



0

# INDICE GENERAL

## **INDICE GENERAL**

### **VOLUMEN I**

<b>0.- INDICE GENERAL .....</b>	<b>I</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>II</b>
<b>1.- MEMORIA. ....</b>	<b>1</b>
<b>HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>INDICE DE LA MEMORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.- OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.- ALCANCE.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.- NORMAS Y REFERENCIAS. ....</b>	<b>8</b>
1.4.1.- Disposiciones legales y normas aplicadas.....	8
1.4.2.- Bibliografía. ....	8
1.4.3.- Programas de cálculo. ....	9
1.4.4.- Otras referencias. ....	9
<b>1.5.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS. ....</b>	<b>10</b>
1.5.1.- Definiciones. ....	10
1.5.2.- Abreviaturas. ....	12
<b>1.6.- REQUISITOS DE DISEÑO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.7.- ANALISIS Y SOLUCIONES.....</b>	<b>15</b>
1.7.1.- Tipología de la red. ....	15
1.7.2.- Alternativas en el dimensionado de la red. ....	18
1.7.3.- Materiales de las tuberías. ....	19
1.7.4.- Sistema de bombeo. ....	21
1.7.5.- Sistema de filtrado. ....	26



<b>1.8.- RESULTADOS FINALES.....</b>	<b>27</b>
1.8.1.- Estación de bombeo.....	27
1.8.2.- Tuberías recinto de bombas-embalse.....	28
1.8.3.- Red de riego por presión.....	28
1.8.4.- Sistemas de filtrado.....	30
1.8.5.- Hidrantes.....	31
<b>1.9.- PLANIFICACIÓN.....</b>	<b>32</b>
1.9.1.- Inicio y finalización de las obras.....	32
1.9.2.- Programación de la obra.....	32
1.9.3.- Declaración de obra completa.....	33
1.9.4.- Resumen del presupuesto.....	34
<b>1.10.- ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.....</b>	<b>34</b>
<b>2.- ANEXOS.....</b>	<b>35</b>
<b>INDICE DE LOS ANEXOS.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.- ANEXO 1: ESTUDIO AGRONÓMICO.....</b>	<b>40</b>
2.1.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	40
2.1.2.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	40
2.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN.....	41
2.1.3.1- Situación, superficies y accesos.....	41
2.1.3.2- Datos y descripción del proyecto.....	42
2.1.4.- EXIGENCIAS HÍDRICAS DEL CULTIVO.....	44
2.1.4.1.- Tipos de cultivo.....	44
2.1.4.2.- Necesidades hídricas de los cultivos.....	45
2.1.4.3.- Cálculo del consumo de agua.....	50
2.1.5.- SISTEMA DE RIEGO.....	52
2.1.5.1.- Factores que afectan a la elección del sistema de riego.....	52
2.1.5.2.- Principios básicos y ventajas del riego localizado.....	53
2.1.5.3.- Tipos de goteros.....	54
2.1.6.- DOTACIÓN DE CAUDAL ASIGNADA A LOS HIDRANTES.....	55



<b>2.2.- ANEXO 2: DISEÑO Y CALCULOS DE LA RED DE RIEGO.</b>	<b>56</b>
2.2.1.- OBJETO DEL ANEXO	56
2.2.2.- INTRODUCCION. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS	56
2.2.3.- TOPOLOGÍA Y TRAZADO DE LA RED DE PRESIÓN	56
2.2.4.- CONDICIONES DE SERVICIO	57
2.2.4.1.- Caudal ficticio continuo	57
2.2.4.2.- Dotación o caudal máximo de los hidrantes	58
2.2.5.- ESQUEMA DE RED	59
2.2.5.1.- Nudos	59
2.2.5.2.- Tuberías	61
2.2.6.- DIMENSIONADO DE LA RED	62
2.2.6.1.- Superficie regada por cada hidrante	67
2.2.7.- ALTERNATIVAS TÉCNICO-ECONÓMICAS DEL DIMENSIONADO DE LA RED	69
2.2.7.1.- Dimensionado funcional a partir de caudales acumulados de línea	69
2.2.7.2.- Dimensionado óptimo económico	77
2.2.7.2.1.- Dimensionado por el método Clément con garantía de suministro global	79
2.2.7.2.2.- Dimensionado por el método Clément con garantía de suministro selectiva	85
2.2.7.3.- Conclusiones del estudio	91
2.2.7.3.1.- Comparativa de costes	91
2.2.7.3.2.- Discusión de resultados	92
2.2.8.- SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED	92
2.2.8.1.- Discusión de resultados	100
2.2.9.- VALVULAS VENTOSA	100
2.2.9.1.- Tipos de válvulas ventosa	101
2.2.9.2.- Localización de las válvulas ventosa en la red	102
2.2.9.3.- Dimensionado de las válvulas ventosa	102
2.2.10.- HIDRANTES	103
2.2.10.1.- Descripción	103
2.2.10.2.- Dimensionado de los hidrantes	103
2.2.11.- EQUIPO DE FILTRADO	106
2.2.11.1.- Descripción	106





2.2.11.2.- Colectores.....	106
2.2.11.3.- Válvulas de control y ventosas.....	107
2.2.11.4.- Filtros. ....	107
2.2.11.5.- Parámetros de diseño.....	108
2.2.11.6.- Funcionamiento.....	109
<b>2.3.- ANEXO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.....</b>	<b>111</b>
2.3.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	111
2.3.2.- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS. ....	111
2.3.3.- DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	113
2.3.4.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS. ....	115
2.3.4.1.- Introducción. ....	115
2.3.4.2.- Cálculo del diámetro de la tubería de impulsión.....	116
2.3.4.3.- Cálculo de las pérdidas de carga. ....	117
2.3.4.4.- Procedimiento de cálculo. Resultados.....	119
2.3.5.- FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO. CURVAS CARACTERÍSTICAS.	125
2.3.5.1.- Funcionamiento del equipo de bombeo. ....	125
2.3.5.2.- Curvas características.....	126
2.3.6.- ESTUDIO DEL GOLPE DE ARIETE. ....	131
2.3.6.1.- Consideraciones hidráulicas. Estudio del golpe de ariete sin sistema de amortiguación. ....	131
2.3.7.- CALCULOS MECÁNICOS. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO. ....	134
2.3.8.- PERFIL DE LA CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN.....	135
2.3.9.- VÁLVULAS VENTOSA. ....	135
2.3.10.- DETERMINACIÓN DEL TIMBRAJE DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN.....	136
2.3.11.- FUNCIONAMIENTO. ....	137
<b>2.4.- ANEXO 4: OBRAS AUXILIARES.....</b>	<b>138</b>
2.4.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	138
2.4.2.- INSTALACIONES ENTERRADAS.....	138
2.4.2.1.- Zanjas.....	138
2.4.2.1.1.- Sección de las zanjas. ....	139



2.4.2.1.2.- Dimensiones de las zanjas.....	140
2.4.3.- BLOQUES DE EMPUJE.....	142
2.4.3.1.- Magnitud del empuje. ....	143
2.4.3.2.- Mayoración del empuje.....	144
2.4.3.3.- Determinación del área portante de los bloques de empuje. ....	145
2.4.3.3.1.- Cálculo del área portante de los bloques de empuje.....	146
2.4.3.3.2.- Forma y dimensiones de los bloques de empuje. ....	150
2.4.4.- PASOS DE CAMINOS, CARRETERAS Y ACEQUIAS DE RIEGO.....	154
2.4.4.1.- Pasos de carreteras y caminos asfaltados. ....	154
2.4.4.2.- Pasos de caminos rurales.....	155
2.4.4.3.- Sifones.....	158
2.4.5.- RECINTOS DE PROTECCIÓN DE HIDRANTES Y VÁLVULAS. ....	158
2.4.5.1.- Recintos para hidrantes. ....	159
2.4.5.2.- Recintos para ventosas. ....	159
<b>2.5.- ANEXO 5: DIMENSIONADO INSTALACIONES. ....</b>	<b>160</b>
2.5.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	160
2.5.2.- EMBALSE.....	160
2.5.3.- DEPÓSITO DE CAPTACIÓN.....	160
2.5.4.- RECINTO DE INSTALACIONES DE BOMBEO.....	161
2.5.5.- RECINTO DE FILTRADO.....	161
<b>2.6.- ANEXO 6: METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE DIMENSIONADO Y SIMULACIÓN DE REDES.....</b>	<b>162</b>
2.6.1.- OBJETO.....	162
2.6.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	162
2.6.3.- METODOLOGIA DEL DIMENSIONADO DE REDES RAMIFICADAS.....	163
2.6.3.1.- Desarrollo teórico de la generalización del método de la Serie Económica con altura conocida en cabecera.....	164
2.6.3.2.- Mejoras en el método de la Serie Económica para el dimensionado de redes ramificadas. ....	170
2.6.3.2.1.- Introducción. ....	170
2.6.3.2.2.- Objetivos. ....	171



2.6.4.- METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN DE REDES. TÉCNICA DE ANÁLISIS Y MÉTODOS DE CÁLCULO. ....	173
--	-----

## VOLUMEN II

3.- PLANOS.....	179
-----------------	-----

INDICE DE LOS PLANOS.....	180
---------------------------	-----

### 1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

Plano nº 1.1.- Situación geográfica. ....	182
Plano nº 1.2.- Foto aérea.....	183

### 2.- RED DE RIEGO.

Plano nº 2.1.- Áreas regadas por hidrantes. ....	184
Plano nº 2.2.- Planta general.....	185
Plano nº 2.3.- Sección 1. Planta.....	186
Plano nº 2.4.- Sección 1. Características elementos. ....	187
Plano nº 2.5.- Sección 2. Planta.....	188
Plano nº 2.6.- Sección 2. Características elementos. ....	189
Plano nº 2.7.- Sección 3. Planta.....	190
Plano nº 2.8.- Sección 3. Características elementos. ....	191
Plano nº 2.9.- Sección 4. Planta.....	192
Plano nº 2.10.- Sección 4. Características elementos. ....	193
Plano nº 2.11.- Sección 5. Planta.....	194
Plano nº 2.12.- Sección 5. Características elementos. ....	195

### 3.- SISTEMA DE BOMBEO Y FILTRADO.

Plano nº 3.1.- Línea de impulsión. Planta.....	196
Plano nº 3.2.- Línea de impulsión. Perfil.....	197
Plano nº 3.3.- Recinto de bombas. Situación.....	198
Plano nº 3.4.- Recinto de bombas y filtros. Dimensiones mínimas. Planta.....	199
Plano nº 3.5.- Recinto de bombas y filtros. Dimensiones mínimas. Sección A-A. .	200
Plano nº 3.6.- Depósito de captación. Dimensiones mínimas. Planta .....	201



Plano nº 3.7.- Recinto de bombas y filtros. Disposición equipos. Planta.....	202
Plano nº 3.8.- Recinto de bombas. Disposición equipos. Planta. ....	203
Plano nº 3.9.- Recinto de bombas. Disposición equipos. Vista auxiliar A.....	204
Plano nº 3.10.- Estación de filtrado. Disposición de equipos. Alzado. ....	205
Plano nº 3.11.- Estación de filtrado. Disposición de equipos. Planta.....	206
Plano nº 3.12.- Marca 1. Colector de bombeo.....	207
Plano nº 3.13.- Marca 2. Codo 90º chapa DN500. ....	208
Plano nº 3.14.- Marca 3. Codo 90º chapa DN250. ....	209
Plano nº 3.15.- Marca 4. Soporte tubo DN500.....	210
Plano nº 3.16.- Marca 5. Soporte tubo DN600.....	211
Plano nº 3.17.- Marca 6. Colector de filtrado.....	212
Plano nº 3.18.- Marca 7. Cuello de cisne DN600.....	213

#### 4.- HIDRANTES.

Plano nº 4.1.- Disposición de elementos. Alzado y planta. ....	214
Plano nº 4.2.- Marcas 8 y 9.....	215

#### 5.- VENTOSAS.

Plano nº 5.1.- Disposición de elementos. Alzado y planta. ....	216
Plano nº 5.2.- Marca 10. ....	217

#### 6.- OBRAS AUXILIARES.

Plano nº 6.1.- Paso carretera A-131. Alzado. Corte transversal. ....	218
Plano nº 6.2.- Paso carretera A-131. Planta.....	219
Plano nº 6.3.- Paso de acequia. Alzado. Corte transversal. ....	220
Plano nº 6.4.- Paso de acequia. Planta.....	221
Plano nº 6.5.- Paso de camino. Alzado y perfil. ....	222
Plano nº 6.6.- Bloques de empuje.....	223
Plano nº 6.7.- Zanjas.....	224




---

<b>4.- PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>225</b>
<b>INDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>226</b>
<b>4.1.- CONDICIONES GENERALES. ....</b>	<b>228</b>
4.1.1.- Objeto del presente pliego.....	228
4.1.2.- Definiciones. ....	228
4.1.3.- Prescripciones complementarias. ....	229
4.1.4.- Permiso, licencias y precauciones.....	230
4.1.5.- Inspección de las obras. ....	231
4.1.6.- Relaciones legales y responsabilidad con el público. ....	231
4.1.7.- Subcontratos o destajos.....	231
4.1.8.- Conservación del paisaje.....	232
<b>4.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. ....</b>	<b>232</b>
4.2.1.- Obras comprendidas en el proyecto. ....	232
4.2.2.- Contraindicaciones y omisiones de la documentación.....	233
4.2.3.- Confrontación de planos y medidas. ....	233
4.2.4.- Principio de los trabajos. ....	233
4.2.5.- Orden y plazo de ejecución de los trabajos. ....	234
4.2.6.- Modificaciones del proyecto. ....	235
<b>4.3.- CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. ....</b>	<b>236</b>
4.3.1.- Replanteo. ....	236
4.3.2.- Maquinaria. ....	236
4.3.3.- Inspección y vigilancia de las obras.....	236
4.3.4.- Ejecución de las obras.....	237
4.3.4.1.- Excavación en zanjas para conducciones.....	237
4.3.4.2.- Relleno y compactación de zanjas.....	238
4.3.4.3.- Colocación de tubos de PVC y PRFV.....	239
4.3.4.4.- Pruebas de la tubería instalada. ....	241



<b>4.4.- NORMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS. ....</b>	<b>245</b>
4.4.1.- Condiciones generales.....	245
4.4.2.- Ensayos. ....	245
4.4.3.- Significación de los ensayos y reconocimiento durante la ejecución de las obras. .....	245
4.4.4.- Materiales, elementos de instalaciones y aparatos que reúnan las condiciones necesarias. ....	246
4.4.5.- Pruebas.....	246
4.4.6.- Recepción de las obras.....	247
4.4.7.- Liquidación. ....	247
4.4.8.- Rescisión. ....	248
<b>4.5. MEDICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS MISMAS. ....</b>	<b>248</b>
4.5.1.- Precios a que se abonarán las unidades de obra. ....	248
4.5.2.- Gastos por cuenta del contratista.....	249
4.5.3.- Medición y abono de unidades de obra.....	249
4.5.3.1.- Excavación de zanjas. ....	249
4.5.3.2.- Refino de la zanja.....	250
4.5.3.3.- Retacado de la tubería en zanja. ....	250
4.5.3.4.- Relleno a máquina de la zanja.....	250
4.5.3.5.- Mezclas hidráulicas.....	250
4.5.3.6.- Juntas.....	251
4.5.3.7.- Conductos.....	251
4.5.3.8.- Válvulas de mariposa y de compuerta, ventosas, hidrantes y arquetas de riego. ....	251
4.5.3.9.- Maquinaria. ....	252
4.5.3.10.- Medición y abono de palastro en tuberías especiales.....	252
4.5.3.11.- Obras incompletas.....	252
4.5.3.12.- Partidas alzadas. ....	253
4.5.3.13.- Construcciones auxiliares y provisionales. ....	253
4.5.3.14.- Medios auxiliares. ....	254
<b>4.6.- HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>254</b>



<b>5.- ESTADO DE MEDICIONES.....</b>	<b>272</b>
<b>INDICE DEL ESTADO DE MEDICIONES. ....</b>	<b>273</b>
<b>5.1.- ESTACION DE BOMBEO. ....</b>	<b>274</b>
5.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	274
5.1.2.- MOV. DE TIERRAS. ....	275
<b>5.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO.....</b>	<b>276</b>
<b>5.3.- RED DE RIEGO. ....</b>	<b>277</b>
5.3.1.- TUBERÍAS. ....	277
5.3.2.- MOV.TIERRAS.....	279
5.3.3.- VENTOSAS.....	279
5.3.4.- HIDRANTES. ....	280
<b>6.- PRESUPUESTO.....</b>	<b>282</b>
<b>INDICE DEL PRESUPUESTO .....</b>	<b>283</b>
<b>6.1.- CUADRO DE PRECIOS UNITARIO DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y ELEMENTOS AUXILIARES. ....</b>	<b>285</b>
<b>6.2.- CUADRO DE PRECIOS 1 DE LAS UNIDADES DE OBRA. ....</b>	<b>288</b>
6.2.1.- ESTACION DE BOMBEO.....	288
6.2.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	288
6.2.1.2.- MOV. DE TIERRAS.....	290
6.2.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO.....	291
6.2.3.- RED DE RIEGO .....	293
6.2.3.1.- TUBERÍAS .....	293
6.2.3.2.- MOV.TIERRAS.....	295
6.2.3.3.- VENTOSAS.....	295
6.2.3.4.- HIDRANTES .....	295



<b>6.3.- CUADRO DE PRECIOS 2 DE LAS UNIDADES DE OBRA.....</b>	<b>297</b>
6.3.1.- ESTACION DE BOMBEO.....	297
6.3.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	297
6.3.1.2.- MOV. DE TIERRAS.....	299
6.3.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO .....	300
6.3.3.- RED DE RIEGO .....	302
6.3.3.1.- TUBERÍAS .....	302
6.3.3.2.- MOV.TIERRAS .....	304
6.3.3.3.- VENTOSAS .....	305
6.3.3.4.- HIDRANTES .....	305
 <b>6.4.- PRESUPUESTO. ....</b>	 <b>307</b>
6.4.1.- ESTACION DE BOMBEO.....	307
6.4.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	307
6.4.1.2.- MOV. DE TIERRAS .....	309
6.4.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO .....	310
6.4.3.- RED DE RIEGO .....	311
6.4.3.1.- TUBERÍAS .....	311
6.4.3.2.- MOV.TIERRAS .....	313
6.4.3.3.- VENTOSAS .....	313
6.4.3.4.- HIDRANTES .....	314
 <b>6.5.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO. ....</b>	 <b>316</b>





1

# MEMORIA

---

## **HOJA DE IDENTIFICACIÓN.**

### **Datos del proyecto.**

Título: “Modernización de regadíos de un sector de la Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca”.

Coordenadas UTM: x: 273.750 a 276.750

y: 4.602.750 a 4.605.250

### **Datos del promotor.**

Nombre: Comunidad de regantes de las huertas de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.

CIF: 73.128.249-H

Dirección postal: c/ Barbastro, 3 bajos. CP 22520, Fraga (Huesca).

Nombre del representante legal: Andrés Vidal Cabós.

NIF: 18.042.233-F

### **Datos del proyectista.**

Nombre y apellidos: Jorge Casanova Sanahuja.

NIF: 18.044.419-E

Dirección postal: c/ José Arellano, 9. CP 22520, Fraga (Huesca).

Teléfono: 974 472 196 / 637 539 588.

Correo electrónico: djcasanova10@hotmail.com



---

Firman los anteriormente mencionados.

El representante legal

El proyectista

*Andrés Vidal Cabós*

*Jorge Casanova Sanahuja*

Fraga 28 de Febrero de 2007



## INDICE DE LA MEMORIA

<b>HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>INDICE DE LA MEMORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.- OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.- ALCANCE.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.- ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.- NORMAS Y REFERENCIAS. ....</b>	<b>8</b>
1.4.1.- Disposiciones legales y normas aplicadas.....	8
1.4.2.- Bibliografía. ....	8
1.4.3.- Programas de cálculo. ....	9
1.4.4.- Otras referencias. ....	9
<b>1.5.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS. ....</b>	<b>10</b>
1.5.1.- Definiciones. ....	10
1.5.2.- Abreviaturas. ....	12
<b>1.6.- REQUISITOS DE DISEÑO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.7.- ANALISIS Y SOLUCIONES.....</b>	<b>15</b>
1.7.1.- Tipología de la red. ....	15
1.7.2.- Alternativas en el dimensionado de la red. ....	18
1.7.3.- Materiales de las tuberías. ....	19
1.7.4.- Sistema de bombeo. ....	21
1.7.5.- Sistema de filtrado. ....	26
<b>1.8.- RESULTADOS FINALES. ....</b>	<b>27</b>
1.8.1.- Estación de bombeo. ....	27
1.8.2.- Tuberías recinto de bombas-embalse. ....	28
1.8.3.- Red de riego por presión. ....	28
1.8.4.- Sistemas de filtrado. ....	30
1.8.5.- Hidrantes. ....	31
<b>1.9.- PLANIFICACIÓN.....</b>	<b>32</b>
1.9.1.- Inicio y finalización de las obras.....	32
1.9.2.- Programación de la obra.....	32
1.9.3.- Declaración de obra completa.....	33
1.9.4.- Resumen del presupuesto. ....	34
<b>1.10.- ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS. ....</b>	<b>34</b>



---

### **1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es el de especificar las condiciones técnicas y económicas de los equipos de bombeo, línea de impulsión y red de riego para la modernización de los regadíos de un sector de la Comunidad de regantes de las huertas de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.

Actualmente la mayoría de parcelas de éste sector se riegan mediante inundación, obteniendo el agua de una complicada red de pequeñas acequias de riego que parten de una acequia principal y se van distribuyendo por todo el sector de la Comunidad.

Se entiende por modernización, la transformación necesaria para conseguir que las parcelas se rieguen mediante un sistema riego a presión, concretamente riego por goteo.

La totalidad de las parcelas afectadas por esta modernización se encuentran en el término municipal de Fraga, en lo que es la zona de influencia de la pedanía de Miralsot. Este sector limita al Noroeste con el término municipal de Velilla de Cinca, al Sureste con el sector de regadíos conocido como “Sector F” perteneciente a la misma comunidad de regantes, al Suroeste con la zona de los “Ompríos de Miralsot” y al Nordeste con el río Cinca.

### **1.2.- ALCANCE.**

El alcance del proyecto incluye:

- Diseño de los equipos de bombeo necesarios para el llenado de la balsa de regulación.

- 
- Diseño de la línea (tubería) de impulsión que va desde el recinto de bombas hasta el embalse de regulación.
  - Diseño de los equipos necesarios para el filtrado del agua.
  - Diseño de la red de riego para la distribución de agua desde el embalse hasta los hidrantes que abastecen las distintas agrupaciones de parcelas, así como sus obras auxiliares necesarias.

El proyecto no incluye:

- Obra civil. Entendiendo por obra civil las obras relativas a la construcción del embalse, recinto de bombas y deposito de captación.
- Proyecto eléctrico. Entendiendo por proyecto eléctrico, el diseño de las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de los equipos diseñados.
- Dispositivos de telemando y telecontrol. Entendiendo por dispositivos de telemando y telecontrol, el diseño de instalaciones y equipos necesarios para el control y automatización de los equipos e instalaciones diseñadas en este proyecto.
- Instalaciones de riego desde el hidrante hasta las parcelas, ni sistemas de riego en el interior de éstas.

### **1.3.- ANTECEDENTES.**

En el año 2001 se modernizó un sector de unas 300 has de la Comunidad de regantes de las huertas de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca. Los buenos resultados del funcionamiento de este sector, tanto en ahorro y optimización del consumo de agua como en satisfacción de los usuarios por las numerosas ventajas que tiene el riego por



goteo sobre el riego por inundación, llevaron a la Comunidad de regantes citada a decidirse a modernizar toda la superficie de su competencia.

En septiembre 2005 se aprobó en asamblea general extraordinaria, la realización de estudios previos para la modernización de toda la superficie de la comunidad de regantes, presentándose un anteproyecto en la asamblea general ordinaria del 8 de abril de 2006, del cual se han extraído los datos necesarios para la realización del presente proyecto que abarca un sector de dicha comunidad.

Por un lado las políticas restrictivas en el consumo de agua para riegos, aunque esta zona no tenga problemas de abastecimiento, y por otro lado la delicada situación del sector agrícola que hace necesario aumentar la productividad y la calidad de los productos agrícolas, disminuyendo los costes de producción son factores que hacen necesaria la modernización del sistema de riego.

Pero sin duda el factor que más peso tiene en el impulso a la modernización es la ORDEN de 18 de octubre de 2002 del Departamento de Agricultura, por la que se aprueba la convocatoria de ayudas para las obras de mejora y modernización de infraestructuras básicas de regadíos existentes, así como de creación de nuevos regadíos previstas en el Decreto 48/2001, de 27 de febrero de 2001, del Gobierno de Aragón y que tiene continuidad en la ORDEN de 16 de febrero de 2007, del Departamento de Agricultura y Alimentación, por la que se aprueban las bases reguladoras de las subvenciones y se convocan para el ejercicio del año 2007 para las obras de mejora y modernización de infraestructuras de regadío, en el marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón, 2007-2013.

La última orden contempla en su artículo 7 una subvención para la modernización integral de una zona o sector de riego que implique el cambio del método de riego a pío a riego a presión, incluso gastos inherentes a la reestructuración de las parcelas que oscila entre el 45% y el 65% siempre que se cumplan los requisitos marcados por la administración.



## 1.4.- NORMAS Y REFERENCIAS.

La instalación debe cumplir las normas y reglamentos que se describen a continuación y la reglamentación vigente durante la ejecución de las obras.

### 1.4.1.- Disposiciones legales y normas aplicadas.

- *UNE 157001:2002 Criterios generales para la elaboración de proyectos, y las correspondientes normas de consulta interiores.*
- *Normas UNE-EN ISO de dibujo técnico.*
- *Normas UNE i UNESCO referentes a los materiales y dispositivos utilizados.*
- *Ley 42/1975 de 19 de noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos y su modificación por el Real Decreto 1163/1986 de 13 de junio.*
- *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE núm. 176, de 24-07-2001, pp. 26791-26817) [Modificado por la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (BOE núm. 313, de 31-12-2001, p. 50595). La modificación introduce un segundo párrafo en el art. 132.1]. [Modificado por la Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (BOE núm 313, de 31-12-2002, pp. 46186-46187). Se modifican los artículos 55 y 116].*

### 1.4.2.- Bibliografía.

**Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas.** José Agüera Soriano. Editorial Ciencia 3.

**GESTAR, descripción de uso y aplicación.** Escuela Politécnica Superior de Huesca.



---

#### **1.4.3.- Programas de cálculo.**

**GESTAR 1.5.** Programa de gestión y simulación generalizada de redes de distribución a la demanda y riego por aspersión.

#### **1.4.4.- Otras referencias.**

**Prontuario tubos poliéster centrifugado Uralita.** Uralita. Abril 2002.

**Proyecto de puesta en riego de la Comunidad de regantes “La Colonia”, T.M, La Luisiana (Sevilla).** Carmelo Casaño Sanchez y Jose Luis Saez Quesada. Noviembre 2005.

**Guía técnica de instalación de tubos de PVC.** Tubos Saenger. Marzo 2003.

**Manual técnico de válvulas ventosa.** Departamento técnico Regaber.

World Wide Web

<a href="http://www.aragob.es">www.aragob.es</a>	(web de la Diputación General de Aragón)
<a href="http://Oficinaregante.aragon.es">Oficinaregante.aragon.es</a>	(información de gestión de recursos hídricos)
<a href="http://www.uralita.com">www.uralita.com</a>	(catálogos tuberías y valvulería y manuales técnicos)
<a href="http://www.pipelife.com">www.pipelife.com</a>	(catálogos tuberías y valvulería y manuales técnicos)
<a href="http://www.gestarcad.com">www.gestarcad.com</a>	(software gestión de regadíos)
<a href="http://www.copersa.com">www.copersa.com</a>	(catálogos de valvulería)
<a href="http://www.regaber.com">www.regaber.com</a>	(catálogos tuberías y valvulería y manuales técnicos)
<a href="http://www.lazaroiuarte.com">www.lazaroiuarte.com</a>	(catálogos de valvulería)




---

www.bombas-ideal.com	(catálogos bombas y manual técnicos)
www.bermad.com	(catálogos de valvulería y manual técnico)
www.midaipressio.com	(catálogo elementos de medida de presión)
www.amitech.es	(catálogo de tuberías y manual técnico)
www.arivalves.com	(catálogo valvulería, manual técnico y bloques CAD)

## 1.5.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

### 1.5.1.- Definiciones.

ET <sub>o</sub>	[l/m <sup>2</sup> ]	Evapotranspiración de referencia.
K <sub>c</sub>		Coefficiente de cultivo semanal.
ET <sub>c</sub>	[l/m <sup>2</sup> ]	Evapotranspiración de cultivo.
PE	[l/m <sup>2</sup> ]	Precipitación efectiva.
NH <sub>n</sub>	[l/m <sup>2</sup> ]	Necesidades hídricas netas.
NR <sub>b</sub>	[l/m <sup>2</sup> ]	Necesidades de riego brutas.
NR <sub>a</sub>	[l/m <sup>2</sup> ]	Necesidades de riego por árbol.
Q <sub>dot</sub>	[l/s] [m <sup>3</sup> /s]	Dotación máxima de los hidrantes.
Q <sub>dot1ha</sub>	[l/s] [m <sup>3</sup> /s]	Dotación máxima de un hidrante que riega 1 ha.
S <sub>p</sub>	[ha]	Superficie de una agrupación de parcelas.
q <sub>fc</sub>	[l/s·ha]	Caudal ficticio continuo.



t	[h]	Tiempo necesario para recibir el volumen de agua que requiere una parcela.
Tr	[h]	Tiempo de una jornada de riego.
hf	[m]	Pérdida de carga.
f		Factor de fricción.
L	[m]	Longitud.
D	[m] [mm]	Diámetro.
v	[m/s]	Velocidad.
g	[m/s <sup>2</sup> ]	Aceleración de la gravedad.
Q	[m <sup>3</sup> /s] [m <sup>3</sup> /h] [l/s]	Caudal.
d	[m <sup>3</sup> /s]	Dotación de cada parcela.
p		Probabilidad.
H <sub>man</sub>	[m]	Altura manométrica.
H <sub>i</sub>	[m]	Diferencia de altura entre cota de aspiración y de descarga
H <sub>c</sub>	[m]	Altura de carga.
H	[m]	Altura.
NPSH <sub>r</sub>	[m]	Altura neta de entrada requerida.
σ <sub>r</sub>	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Tensión de rotura




---

Pr	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Presión de rotura.
B	[m]	Anchura de zanja.
hl	[m]	Altura de lecho.
E	[kN]	Empuje resultante.
E*	[kN]	Empuje resultante ponderado.
Pps	[kPa]	Presión portante de seguridad.
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	Densidad.
DN <sub>ta</sub>	[m] [mm]	Diámetro nominal del tubo de acero.

### 1.5.2.- Abreviaturas.

DGA	Diputación General de Aragón.
TAE	Tasa anual equivalente.
PRFV	Poliéster reforzado con fibra de vidrio.
PVC	Policloruro de vinilo.
PN	Presión nominal.
DN	Diámetro nominal.
m.c.a.	Metros de columna de agua.
r.p.m.	Revoluciones por minuto.
UTM	Universal Transverse Mercator.



IVA            Impuesto sobre el valor añadido.

## **1.6.- REQUISITOS DE DISEÑO.**

La finalidad perseguida por los promotores de éste proyecto es modernizar el sistema de riego actual por inundación, mediante la instalación de una red a presión a lo largo y ancho de toda la superficie de riego del sector, que permita la instalación de sistemas de riego por goteo en las parcelas pertenecientes a dicho sector.

Factores que condicionan el diseño del proyecto:

- Se dispone para el sector objeto del proyecto de una dotación de caudal de 2500m<sup>3</sup>/h, que discurre por la acequia principal de arriba, de donde se tomará el agua para el bombeo hacia el embalse.
- Los equipos de bombeo se encontraran en un recinto cerrado (no diseñado por este proyecto), sito al lado de esta acequia. Al lado de este recinto, se situaran los sistemas de filtrado. Todo esto para tener concentrados todos los equipos en las que se deban realizar operaciones de mantenimiento.
- Los equipos de bombeo deben de funcionar solamente desde las 22h de un día hasta las 8h de la mañana siguiente, para aprovechar la tarifa nocturna y para respetar los riegos por inundación que se realizan a partir del abastecimiento de agua de la acequia de donde se obtiene el agua para bombeo.
- La distancia entre el recinto de bombas y el embalse es de unos 310m y el desnivel de 60m.
- El sistema de bombeo debe ser capaz de bombear en el periodo de horas marcado de un día todo el volumen de agua consumido por la red de riego en un día de máximo consumo.



- 
- La red de riego debe discurrir por lindes de parcelas y bordes de caminos municipales respetando al máximo las propiedades particulares.
  - Dicha red será diseñada a partir de unas agrupaciones de parcelas que diseñará la comunidad de regantes.
  - La red de riego irá enterrada en su totalidad, excepto en los puntos donde estrictamente sea necesario.
  - Todos los elementos que deban ir por encima de la rasante del terreno (hidrantes y válvulas ventosa) deberán ser protegidas por arquetas o recintos que impidan tanto la manipulación, como los actos vandálicos en la medida que sea posible.
  - La carretera A131 y las dos acequias principales de riego de la Comunidad de regantes cruzan longitudinalmente el sector sometido a modernización. Se deberá tener en cuenta que en algún punto de la instalación de la red de riego, estas tres infraestructuras deberán ser cruzadas al menos una vez.
  - La cota mas alta de la red coincidirá con el nodo de cabecera o lo que es lo mismo con la salida de agua del embalse, esta cota será 179m. Las cotas de los hidrantes de riego oscilarán entre los 106m y los 124m.
  - En cada agrupación de parcelas se instalará una toma de agua a presión (hidrante) de la cual se abastecerán dichas parcelas y para lo cual será dimensionada. Dicho hidrante deberá recibir un caudal y una presión adecuada para la implantación de sistemas de riego por goteo en las parcelas.
  - Los hidrantes suministrarán agua las 24 horas del día sin ningún tipo de restricción.



## **1.7.- ANALISIS Y SOLUCIONES.**

### **1.7.1.- Tipología de la red.**

Ante el diseño de una red de presión de agua, la primera duda que se presenta es la tipología de dicha red. Las alternativas a tomar son red mallada, red ramificada o red donde se combinan las dos anteriores.

Los sistemas de distribución de agua a presión para riego y para abastecimiento comparten multitud de características a la vez que presentan particularidades notables que los diferencian. Los aspectos más relevantes de los sistemas de regadío, serían:

- Topología principalmente ramificada.
- Baja densidad de la red y alta intensidad de la demanda.
- Estructura de la demanda discontinua y controlada.
- Presencia de condiciones de contorno con demandas dependientes e independientes de la presión.

Estas características servirán de hilo conductor para proceder a la revisión sistemática de los aspectos hidráulicos de dichas redes.

En los abastecimientos de agua potable las grandes arterias de conducción se encuentran habitualmente interconectadas formando una estructura mallada que asegura que el agua pueda alcanzar cada manzana de viviendas siguiendo más de un trayecto desde los puntos de inyección a la red aún cuando ello supone un mayor coste del trazado de conducciones respecto al estrictamente mínimo necesario. Tal redundancia, amén de homogeneizar las presiones, intenta garantizar el suministro mediante circuitos alternativos cuando se produzca una interrupción en la circulación de alguna de las tuberías involucradas en el abastecimiento de un sector.

En las redes de riego a la demanda, las extensas superficies a cubrir, la dispersión de los puntos de consumo, los elevados costes de las conducciones de gran



diámetro necesarias para acomodar los grandes volúmenes de agua servidos y la mayor tolerancia de los cultivos a las carencias de agua puntuales, hacen adoptar una morfología ramificada donde cada punto de suministro es alimentado a través de una única serie de conducciones, dado que se demuestra que, en general, es más económica que cualquier otra mallada que realice un servicio equivalente.

No obstante hay que tener muy presente que disposiciones malladas en redes de riego pueden ser recomendables en ciertos contextos, algunos de los cuales a continuación se enumeran:

Situaciones especiales.

Garantía de suministro.

Escalonamiento de inversiones.

Corrección de insuficiencia de presiones.

Aplicaciones en jardinería.

- Situaciones especiales.

En situaciones particulares debidas a restricciones en el trazado (accidentes orográficos, terrenos rocosos o móviles, zonas excluidas...) o a la disponibilidad de diámetros, una interconexión redundante en algún punto, puede resultar más económica que la solución puramente ramificada.

- Garantía de suministro.

En otras ocasiones, los aspectos de garantía de suministro pueden ser relevantes, por ejemplo en los tramos en cabecera de la red, los de mayor diámetro y coste, cuyas reparaciones o mantenimientos inutilizan todo el sector, puede no ser aconsejable la instalación de una sola conducción de gran diámetro dada su vulnerabilidad, siendo quizá más prudente instalar dos o más conducciones paralelas de menor diámetro que formarán en su conexión algún tipo de malla. En otras ocasiones, la proximidad de sectores hidráulicamente independientes puede hacer aconsejable una interconexión





mallada para disminuir la vulnerabilidad de cada uno de ellos a los cortes en el suministro, especialmente en cultivos de alto valor añadido o con riego exigente.

- Escalamiento de inversiones.

El supuesto mayor coste de una disposición de tuberías paralelas en cabecera, frente a la única tubería de mayor diámetro, puede verse compensado por el ahorro en la financiación del inmovilizado que supone el instalar las conducciones paralelas escalonadamente, conforme el sector se va transformando y se demandan mayores caudales. La alternativa de instalación de una única tubería de gran diámetro, cuya capacidad portante puede estar infrautilizada durante muchos años, pudiera no ser la más ventajosa.

- Corrección de la insuficiencia de presiones.

Situaciones que pueden aconsejar el mallado local de la red se presentan cuando es preciso corregir problemas de insuficiencia de presión en ramales ya construidos, especialmente si estos se encuentran en servicio. Las circunstancias bajo las que un determinado hidrante presenta déficit de presión son más habituales de lo que cabría suponer (envejecimiento de instalaciones, cambio de cultivo o dotaciones, error de diseño...). En tales ocasiones, si un ramal próximo dispone de altura piezométrica suficiente, la interconexión de los ramales, formando así una malla, puede hacer aumentar la presión en la zona deficitaria de forma significativa, sin que la rama donante de caudales sufra un descenso excesivo de su respectiva presión. El diámetro y coste de la conducción necesaria para remediar esta situación puede ser sensiblemente inferior al coste de sustituir las conducciones ya instaladas en el ramal deficitario por una nueva o de mayor diámetro.

- Aplicaciones en jardinería.

Finalmente, en aplicaciones de jardinería se encuentran habitualmente conducciones de distribución formando anillos a lo largo de la periferia del terreno, de las cuales se derivan las conexiones de los dispositivos de riego. Esto es así por que el mallado del sistema tiende a igualar sistemáticamente las alturas piezométricas en todos



los puntos, y por ende, las presiones, con total flexibilidad para los posteriores cambios y reajustes de los puntos de inserción de las tuberías terciarias, muy frecuentes en tales aplicaciones. Dado que en jardinería se trabaja con pequeños diámetros y extensiones limitadas, el diferencial de coste respecto a la solución ramificada no es significativo, más aún si se compara con otras inversiones asociadas a las zonas residenciales en que se instalan.

Por otro lado, asignando un diámetro común a toda la malla, el proyectista se ahorra complicaciones de montaje y de diseño, al no tener que recurrir al tedioso cálculo de conducciones de diámetros decrecientes, preciso en redes ramificadas, para garantizar la homogeneidad de presiones, solución que, además de ser rígida y no admitir fácilmente cambios posteriores, requiere una colección de diámetros y piezas especiales cuyo acopio, almacenamiento y montaje supone, a la postre, costes superiores al ahorro conseguido en conducciones respecto al mallado con un diámetro intermedio constante.

- Solución adoptada.

Vistos los argumentos presentados se decide diseñar para la red de riego a presión que compete a este proyecto una red ramificada. No hay características especiales que hagan decantar el diseño hacia una red mallada parcialmente, los resultados de las simulaciones de la red ramificada son satisfactorios en cuanto a presiones en los hidrantes y el tipo de red ramificada es más económica que cualquier otra mallada.

### **1.7.2.- Alternativas en el dimensionado de la red.**

Para el dimensionado de la red se habrán de tener en cuenta ciertos aspectos. En cuanto a la estructura de la demanda, encontramos en los regadíos grandes variaciones estacionales, y una menor variación diurna, las demandas se concentran en ciertos



periodos, existiendo tiempos muertos, durante las temporadas en que no es necesario aplicar agua, en que la red se encuentra inactiva completamente.

Las variaciones del caudal que circula por las redes de riego provienen esencialmente de la variación del número de tomas abiertas simultáneamente, ya que el caudal extraído en cada uno de los hidrantes es prácticamente uniforme una vez que el hidrante está en servicio. En las redes de riego el patrón de la demanda de cada nodo es, por tanto, marcadamente discontinuo: si el hidrante se encuentra abierto reclamará toda la dotación de forma constante mientras continúe abierto, cuando termine la aplicación de la dosis de agua, el hidrante permanecerá cerrado, con caudal estrictamente nulo, durante un período más o menos dilatado. De esta manera, frecuentemente se dan situaciones en las que no existe ningún caudal circulante por gran parte de los ramales, e incluso en toda la red (salvo fugas).

Para realizar el dimensionado de la red se habrán de tomar los consumos en las épocas de mayor demanda, sin tener en cuenta el bajo consumo de otras épocas, y dimensionar las tuberías para esos caudales. En el anexo 1 se hace un estudio de las necesidades hídricas del sector a modernizar, cuyos datos serán tomados para realizar los posteriores dimensionados de la red.

En el Anexo 2 se ha realizado un estudio técnico-económico entre tres alternativas de dimensionado de la red, del que se ha concluido que la mejor alternativa por relación coste-garantía de suministro es el dimensionado por el método de Clément con garantía de suministro selectiva.

### **1.7.3.- Materiales de las tuberías.**

Otra de las cosas a tener en cuenta para el diseño de la red es el tipo de tuberías a instalar. Para las redes a presión las tuberías que se instalan son las de materiales derivados de polímeros por diferentes factores:

- Coste relativamente económico.



- Resistencias óptimas para montajes enterrados en zanjas no muy profundas.
- Facilidad de montaje, entre otros aspectos menor peso que otras tuberías como las de hormigón o acero.
- Diversidad de diámetros comerciales.
- Cantidad de elementos singulares para las instalaciones de tubos de éstos materiales.
- Pérdidas de carga bajas.

Los tipos de tubería de polímeros son las de policloruro de vinilo (PVC), las de polietileno (PE) y las de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Para la elección de las tuberías a instalar en el proyecto, se hace una comparativa de coste entre los diferentes diámetros de los tipos de tubería (ver tabla 1) ya que por sus otras características, todas son muy aptas para el tipo de instalación a realizar.

Tabla 1: Precios del metro lineal de los diferentes tipos de tuberías de PN10 bar según diámetro.

PVC		PE		PRFV	
diámetro (mm)	€/metro lineal	diámetro (mm)	€/metro lineal	diámetro (mm)	€/metro lineal
90	5,26	90	5,45	350	60,1
110	6,06	110	7,71	400	72,62
125	7,8	125	9,83	450	84,24
140	9,83	140	12,35	500	92,41
160	12,88	160	16,11	600	113,88
180	16,04	180	20,38		
200	19,87	200	25,15		
250	30,92	225	31,9		
315	49,08	250	39,1		
400	78,61	280	49,12		
500	122,55	315	62,19		
630	194,55	355	79,15		
		400	100,03		
		450	133,18		
		500	164,06		
		560	205,03		
		630	259,24		



La tabla 1 muestra los precios por metro lineal de los distintos tipos de tubería según su diámetro. Se puede observar que las tuberías de PE en toda su gama son las mas caras y las de PRFV las mas económicas, teniendo en cuenta que para estas últimas la gama empieza a partir de 350 mm de diámetro. Por tanto el material de las tuberías elegido para la instalación será el PVC en diámetros menores a 350 mm. y el PRFV para los diámetros iguales o superiores a 350 mm.

#### **1.7.4- Sistema de bombeo.**

Otra de las dudas que se presenta en el proyecto es el tipo de bomba combinación de éstas que se debe instalar, teniendo claro que el tipo de bombas debe ser centrífugo con motor eléctrico, por la cantidad de agua a bombear, ya que otros sistemas no serían aptos para impulsar casi 2.200 m<sup>3</sup>/h a 60 metros de altura. Pero dentro de las bombas centrífugas el eje de rotación de una bomba puede ser horizontal o vertical, (rara vez inclinado). De esta disposición se derivan diferencias estructurales en la construcción de la bomba que a veces son importantes, por lo que también las aplicaciones de los dos tipos de construcción suelen ser, a menudo, distintas y bien definidas.

- **Bombas horizontales.**

La disposición del eje de giro horizontal presupone que la bomba y el motor se hallan a la misma altura; éste tipo de bombas se utiliza para funcionamiento en seco, exterior al líquido bombeado que llega a la bomba por medio de una tubería de aspiración.

Las bombas centrífugas, sin embargo, no deben rodar en seco, ya que necesitan del líquido bombeado como lubricante entre aros rozantes e impulsor, y entre empaquetadura y eje.



Como no son autoaspirantes requieren, antes de su puesta en marcha, el estar cebadas; esto no es fácil de conseguir si la bomba no trabaja en carga, estando por encima del nivel del líquido, que es el caso más corriente con bombas horizontales, siendo a menudo necesarias las válvulas de pie, (aspiración), y los distintos sistemas de cebado.

Como ventajas específicas se puede decir que las bombas horizontales, (excepto para grandes tamaños), son de construcción más barata que las verticales y, especialmente, su mantenimiento y conservación es mucho más sencillo y económico; el desmontaje de la bomba se suele hacer sin necesidad de mover el motor y al igual que en las de cámara partida, sin tocar siquiera las conexiones de aspiración e impulsión.

- **Bombas verticales**

Las bombas con eje de giro en posición vertical tienen, casi siempre, el motor a un nivel superior al de la bomba, por lo que es posible, al contrario que en las horizontales, que la bomba trabaje rodeada por el líquido a bombear, estando, sin embargo, el motor por encima de éste.

- Bombas verticales de funcionamiento en seco.

En las bombas verticales no sumergidas, el motor puede estar inmediatamente sobre la bomba, o muy por encima de ésta. El elevarlo responde a la necesidad de protegerlo de una posible inundación o para hacerlo más accesible si, por ejemplo, la bomba trabaja en un pozo.

El eje alargado puede ser rígido o flexible por medio de juntas universales, lo que simplifica el siempre difícil problema del alineamiento.

Se emplean muy a menudo las mismas bombas horizontales modificadas únicamente en sus cojinetes.

La aspiración es lateral, (horizontal); en las bombas grandes, frecuentemente, es por abajo, aunque a veces se transforma en lateral mediante un simple codo.



La ventaja de las bombas verticales, es que requieren muy poco espacio horizontal que las hace insustituibles en barcos, pozos, etc; sin embargo se necesita un espacio vertical superior suficiente para permitir su cómodo montaje y desmontaje.

Para bombas de gran caudal, la construcción vertical resulta en general más barata que la horizontal. Las bombas verticales se emplean normalmente en aplicaciones marinas, para aguas sucias, drenajes, irrigación, circulación de condensadores, etc.

- Bombas verticales sumergidas.

El funcionamiento sumergido de las bombas centrífugas elimina el inconveniente del cebado, por lo que el impulsor se halla continuamente, aún parado, rodeado por el líquido a impulsar y, por lo tanto, la bomba está en disposición de funcionar en cualquier momento.

El control de la unidad requiere únicamente la puesta en marcha del motor de accionamiento, sin necesidad de dispositivos adicionales de cebado previo.

La aspiración, que es siempre por abajo, se hace a una cierta profundidad con respecto al nivel libre del líquido.

Si esta profundidad es menor de lo debido, 2 ó 3 veces el diámetro del orificio de aspiración, se pueden crear en la superficie vórtices o remolinos por cuyo centro se introduce aire en la bomba, con la consiguiente pérdida de caudal y deficiente funcionamiento.

El eje del que van provistas estas bombas, va guiado normalmente por cojinetes de fricción separados a intervalos regulares (de 1,5 a 3 metros) y lubricados por aceite, grasa, o el mismo líquido bombeado; en este último caso, el eje se suele disponer en el interior de la tubería de impulsión vertical, cerca del motor, en que ésta se desvía horizontalmente mediante un codo adecuado.



En los casos de lubricación por grasa o aceite, el eje va dentro de un tubo portador de los cojinetes, siendo este conjunto, a su vez, exterior o interior a la tubería de impulsión.

La otra solución tiene la ventaja de requerir un menor espacio, siendo en ambos casos innecesaria la empaquetadura, lo que constituye también una circunstancia muy favorable, dados los inconvenientes que ésta lleva a veces consigo.

Las bombas sumergidas tienen la ventaja de ocupar un espacio horizontal mínimo, sólo el necesario para acomodar el motor vertical y la impulsión, siendo incluso ésta a veces subterránea.

Las ventajas hidráulicas son evidentes al desaparecer todos los problemas de aspiración que constituyen el principal inconveniente en el funcionamiento de las bombas centrífugas.

Desde un punto de vista mecánico, esta disposición presenta grandes inconvenientes con respecto a la horizontal. Las bombas son inicialmente más caras y su mantenimiento mucho más elevado, ya que cualquier reparación exige el desmontaje de la bomba para izarla a la superficie.

El eje alargado, somete a los cojinetes a un trabajo duro que sobre todo, si están lubricados por agua o líquidos sin grandes propiedades lubricantes, hace que su vida sea corta e imprevisible.

Los tipos más importantes de bombas verticales sumergidas son, las bombas de turbina verticales o de pozo profundo, las bombas de hélice y las bombas de voluta sumergidas.

Entre las bombas sumergidas, las más importantes son las llamadas de pozo profundo, de sondeo o de turbina vertical, que fueron desarrolladas para la explotación de pozos, perforaciones y sondeos de diámetro reducido. Esta circunstancia limita forzosamente la altura por etapa, lo que conduce al concepto de bombas multicelulares para reducir el espacio.





El impulsor de aspiración simple, puede ser radial o diagonal, según las condiciones de servicio y su construcción cerrada o semiabierta. Los impulsores semiabiertos, sin embargo, aparte de su mayor empuje axial, hasta el 50% mayor, requieren un ajuste vertical más cuidadoso durante el montaje.

El conjunto de difusores del cuerpo de bomba y la tubería de impulsión, cuelgan del cabezal sobre el que va montado el motor, constituyendo el codo de desviación de la impulsión. A veces, los difusores se recubren interiormente de un esmalte especial que disminuye la rugosidad de la fundición y las pérdidas hidráulicas consiguientes, aumentando el rendimiento, dotando de una cierta uniformidad a las distintas unidades, lográndose una mejor resistencia a la corrosión y a la abrasión.

La construcción de estas bombas permite montar el número de etapas deseado, que puede llegar a 20 o más, añadiendo simplemente difusores e impulsores semejantes uno sobre otro, lo que dota de cierta elasticidad a las aplicaciones, con las consiguientes ventajas de estandarización, disponibilidad de repuestos, etc.; no obstante, estas bombas participan de las desventajas mencionadas para las bombas verticales sumergidas, de ser caras y exigir unos costes de mantenimiento elevados.

Las bombas verticales de turbina han llegado a un grado de perfección notable con rendimientos altos y determinadas ventajas hidráulicas; aunque empezaron siendo empleadas exclusivamente para riegos en pozos y perforaciones, sus aplicaciones industriales aumentan cada vez más, siendo en la actualidad más numerosas que las agrícolas, por lo que la denominación de bombas de pozo profundo va desapareciendo para adaptarse a la de bombas de turbina vertical.

Dentro de este tipo se pueden distinguir las bombas provistas de eje alargado y accionadas por motor sumergible dispuesto inmediatamente por debajo de la bomba o bombas buzo.

Como solución se optará por un sistema de 4 bombas de turbina vertical, capaces de suministrar un caudal de 600 m<sup>3</sup>/h cada una a 70 metros de altura, montadas en paralelo ya que el agua debe ser aspirada de un depósito de captación que está debajo de



donde deben ir instaladas las bombas y este tipo se adapta mucho mejor. De esta manera se ahorra la tubería de impulsión de las bombas horizontales y los problemas derivados de ésta.

#### **1.7.5.- Sistema de filtrado.**

Existen tres posibilidades de filtración, mediante filtros de arena, filtros de malla y filtros de anillas.

Los filtros de arena, dan una muy buena calidad de filtración, pero requieren de un mantenimiento muy preciso y necesitan una gran cantidad de agua para efectuar adecuadamente el contralavado. Aunque pueden realizarse a medida, las medidas comerciales, y por tanto más económicas llevan a un número muy considerable de filtros por lo que la cantidad de agua desperdiciada durante los procesos de lavado resulta muy elevada.

Los filtros de anillas son una buena solución de filtración pero la presión necesaria para su limpieza, 40 m.c.a., y las limitaciones en el caudal unitario, 30 m<sup>3</sup>/h, con agua limpia descarta esta opción.

Se han elegido por tanto los filtros de malla automáticos ya que proporcionan un caudal unitario muy elevado 300 m<sup>3</sup>/h con agua limpia, son compactos y el agua de limpieza es muy reducida ya que el tiempo de lavado de cada uno de ellos se sitúa en torno a 35-40 segundos.



## **1.8.- RESULTADOS FINALES.**

Los resultados finales del proyecto se dividen en las diferentes instalaciones y obras que se muestran a continuación. Hay que decir que todos los cálculos justificativos se presentan en los anexos realizados para cada parte del proyecto y que deben ser consultados para una descripción más amplia y minuciosa.

### **1.8.1.- Estación de bombeo.**

Se instalarán 4 bombas de eje vertical de 6 metros de longitud de columna, accionadas por motor eléctrico trifásico de 400V de tensión y 161,70 kW de potencia a 1450 r.p.m. La finalidad de estas bombas es elevar un máximo de 2.400 m<sup>3</sup>/h a 60 m de altura, desde el depósito de captación hasta el embalse de acumulación. Los criterios para el dimensionado, cálculos justificativos, resultados obtenidos de dicha instalación, así como las curvas características de las bombas se describen en el Anexo 3 del presente proyecto.

El caudal de las 4 bombas se unirá en el colector de bombeo (ver planos 3.7 a 3.9) de chapa de acero helicoidal y diámetro 500mm que estará unido a su vez a la tubería de impulsión.

Entre cada bomba y el colector se instalarán una válvula de volante para el cierre de la tubería que une la bomba con el colector en caso de avería, una válvula de control de bomba para facilitar el arranque de estas, con antirretorno para protegerlas, y un carrete de desmontaje para facilitar dicha labor en caso de avería y/o mantenimiento. Dichos elementos serán del mismo diámetro que la brida de la bomba, es decir DN250.



El colector tendrá una válvula anticipadora de onda para evitar golpes de ariete producidos por paradas repentinas de las bombas, una ventosa trifuncional de 4" para eliminar el aire de las tuberías o para introducirlo en caso de vaciado, y un manómetro de presión que indicará la presión del agua en el colector en todo momento.

Entre el colector y la tubería de impulsión se instalará una válvula de mariposa de DN500 de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor para poder cerrar la tubería en caso de reparación y/o mantenimiento.

#### **1.8.2.- Tuberías recinto de bombas-embalse.**

La impulsión desde el recinto de bombas hasta el embalse (ver planos 3.1 y 3.2) se realizará mediante una conducción de Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio de SN-5000 y DN500, para vencer un desnivel de 60 metros. Dicha conducción tendrá una longitud de 310 metros. Los criterios para el dimensionado, cálculos justificativos y resultados obtenidos de dicha instalación se describen en el Anexo 3 del presente proyecto.

En las cotas 145 y 185 se instalarán unas arquetas para instalar una ventosa de 4" trifuncional que eliminará el aire acumulado en las tuberías en las operaciones de llenado y el aire disuelto en agua, y introducirá aire en caso de vaciado de la tubería.

La línea de impulsión conectará con la tubería que se habrá dejado para tal efecto cuando se construya el embalse.

#### **1.8.3.- Red de riego por presión.**

Desde la tubería de salida del embalse se enterrará tuberías de PRFV y PVC de distintos diámetros y presiones nominales, unidas mediante junta elástica, que llevarán



el agua a las distintas agrupaciones de parcelas a modo de red ramificada. (Vease planos 2.1 a 2.12) Los criterios para el dimensionado, los cálculos justificativos, así como el detalle de los resultados de los diámetros de las tuberías de la red, se describen en el Anexo 2 del presente proyecto. Las velocidades calculadas no exceden de 2 m/s de manera que se pueda ajustar el criterio económico con el de seguridad.

La red de presión contará con una serie de recintos donde se colocarán las ventosas trifuncionales de diferentes diámetros según la tubería en la que estén instaladas que protegerán a la red de los efectos adversos que pueda tener el aire. Entre las ventosas y la tubería irá una tubería de acero que hará las labores de unión y una válvula de mariposa para aislar la ventosa de la red en caso de avería y/o mantenimiento. Todo el sistema irá protegido con un tubo de hormigón prefabricado semienterrado en posición vertical que hará las labores de arqueta y que irá cerrado en su parte superior mediante una tapa de chapa circular de acero galvanizado.

La red de presión contará con una serie de obras auxiliares para su buen funcionamiento y su protección ante los agentes externos. A continuación se describen las más significativas que son desarrolladas y justificadas en el Anexo 4 del presente proyecto.

**Zanjas:** Para el entierro de las tuberías será necesaria la excavación de zanjas en el terreno por el que deban transcurrir éstas. Las dimensiones de éstas dependerán del diámetro de la tubería enterrada (véase plano 6.7).

**Bloques de empuje:** Los elementos singulares de las tuberías (tes, codos, conos de reducción, etc.) deben tener bloques de empuje (muertos y anclajes) necesarios para evitar que los accesorios y juntas se muevan cuando se aplica presión a las tuberías, repartiendo la carga de empuje sobre la pared de la zanja. Las dimensiones de los bloques dependerán del diámetro de la tubería (ver plano 6.6).



Pasos de carreteras, caminos asfaltados y acequias de riego: Los pasos de estas infraestructuras se realizarán siguiendo las directrices descritas en el Anexo 4 y el diseño de los planos 6.1 a 6.5 que describen gráficamente las obras a realizar.

#### **1.8.4.- Sistemas de filtrado.**

Uno de los principales factores para el buen funcionamiento del sistema de riegos es el sistema de filtrado. El equipo de filtrado se situará en una solera de hormigón que estará construida a lado del recinto de bombas, para poder tener todos los equipos concentrados en un solo lugar. (Ver plano 3.7)

Se instalará un colector de filtrado de acero helicoidal y DN600 que recogerá el agua de la tubería que baja del embalse y la repartirá por las 4 salidas a las que irán unidos 4 filtros horizontales autolimpiantes de malla de 8" y un caudal máximo de filtrado de 300m<sup>3</sup>/h (ver justificación en Anexo 2), que devolverán el agua a la red filtrada. Mediante un colector de salida de filtrado, se recogerá el agua de los filtros y se devolverá a la tubería que une el embalse con la red. (Ver planos 3.10 y 3.11)

Cada filtro podrá ser independizado de la red mediante las válvulas de accionamiento manual que se colocarán a la entrada y salida de éstos. En la entrada del colector de filtrado se instalará un contador Woltman de 24" para tener un control del caudal que pasa por la red, que posteriormente puede ser integrado a un sistema de telecontrol que controle el sistema de filtrado. Entre el contador y el colector se instalará una válvula de volante manual para poder cerrar el paso de agua al sistema de filtrado.

En cada colector del sistema de filtrado, se instalará una ventosa de 4" que protegerá al sistema de los efectos adversos del aire, y un manómetro que indicará la



presión del agua en cada colector a cada momento. Una diferencia de presión significativa entre ambos manómetros indicaría una suciedad excesiva en los filtros.

#### **1.8.5.- Hidrantes.**

Los hidrantes de riego serán los puntos finales de la red de presión y harán las funciones de enlace entre la red de presión y las instalaciones particulares. Estarán distribuidos según planos 2.1 a 2.12 por toda la superficie del sector a modernizar y abastecerán de agua a presión a las distintas agrupaciones de parcelas propuestas por la Comunidad de regantes. A partir de estos puntos las instalaciones dejan de ser de la comunidad y pasan a ser responsables de su instalación y mantenimiento los propietarios, usuarios o arrendatarios de las parcelas que decidan conectarse a la red para recibir el suministro de agua a presión.

Cada hidrante recibirá al menos una presión de funcionamiento de 30 m.c.a. y dispondrá de una única toma, propiedad de la Comunidad y cerrada mediante un mecanismo de seguridad, donde se ubicará una válvula con funciones de contador, reductor de presión y limitador de caudal, una ventosa tífunkional de 2", un manómetro de presión y dos válvulas de mariposa. (Ver plano 4.1)

Todo el conjunto de elementos que componen el hidrante estará dimensionado según la dotación de caudal que tenga asignado cada uno, y que dependerá de la superficie de la agrupación de parcelas a la que deba abastecer. Podrán ser de 3", 4" o 6". Los cálculos y resultados del dimensionado de hidrantes se describen en el apartado 2.2.10 del Anexo 2.



## 1.9.- PLANIFICACIÓN.

### 1.9.1.- Inicio y finalización de las obras.

Las obras del presente proyecto una vez adjudicadas deberán comenzar una vez terminada la campaña de recolección de la fruta del presente año, en el mes de septiembre, para evitar las molestias que se puedan ocasionar a los agricultores, y deberán estar finalizadas y listas para el funcionamiento para el mes de abril del año próximo y que los agricultores puedan comenzar la campaña de riego con el sistema modernizado.

### 1.9.2.- Programación de la obra.

La tabla 2 muestra el diagrama de Gantt de ejecución de las obras donde se muestra la programación que deben seguir las diferentes partes de las obras a lo largo del periodo de ejecución.

Tabla 2: Diagrama de Gantt de la ejecución de las obras proyectadas.

LABORES.	MESES							
	Septiembre 07	Octubre 07	Noviembre 07	Diciembre 07	Enero 08	Febrero 08	Marzo 08	Abril 08
Replanteo								
Línea de impulsión								
Equipos de bombeo								
Equipos de filtrado								
Red de riego								
Pruebas								



---

Definición de las labores.

- Replanteo: Replanteo de todas las partes del proyecto.
- Línea de impulsión: Ejecución de todas las obras relacionadas con la línea de impulsión, que va desde el recinto de bombas hasta el embalse.
- Equipos de bombeo: Ejecución de todas las instalaciones relacionadas con los equipos de bombeo (bombas, colector, valvulería).
- Equipos de filtrado: Ejecución de todas las instalaciones relacionadas con los equipos de filtrado (Colectores, filtros, valvulería)
- Red de riego: Ejecución de todas las obras relacionadas con la red de riego, incluidos obras auxiliares e hidrantes.
- Pruebas: Pruebas de todas las instalaciones.

### **1.9.3.- Declaración de obra completa.**

La obra que se proyecta en estos documentos, cuando sea construida, será una obra completa y como tal capaz de cumplir la finalidad para la que ha sido concebida por lo que podrá ser entregada a la Comunidad de regantes para cumplir con su cometido de servicio de riego.

**1.9.4.- Resumen del presupuesto.**

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
1	ESTACION DE BOMBEO .....	140.014,57
2	ESTACIÓN DE FILTRADO .....	59.281,19
3	RED DE RIEGO .....	1.095.372,04
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>1.294.667,80</b>
	13,00% Gastos generales .....	168.306,81
	6,00% Beneficio industrial .....	77.680,07
	SUMA DE G.G. y B.I.	245.986,88
	16,00 % I.V.A. ....	246.504,75
		246.504,75
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>1.787.159,43</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>1.787.159,43</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CIENTO CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

Fraga, a 23 de Febrero de 2007.

**1.10.- ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.**

El orden de prioridad entre los documentos básicos del proyecto será el siguiente:

- 1.- Planos.
- 2.- Anexos.
- 3.- Pliego de condiciones.
- 4.- Presupuesto.
- 5.- Memoria.

2

ANEXOS

## **INDICE DE LOS ANEXOS**

<b>INDICE DE LOS ANEXOS. ....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.- ANEXO 1: ESTUDIO AGRONÓMICO.....</b>	<b>40</b>
2.1.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	40
2.1.2.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	40
2.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN.....	41
2.1.3.1- Situación, superficies y accesos.....	41
2.1.3.2- Datos y descripción del proyecto.....	42
2.1.4.- EXIGENCIAS HÍDRICAS DEL CULTIVO.....	44
2.1.4.1- Tipos de cultivo.....	44
2.1.4.2- Necesidades hídricas de los cultivos.....	45
2.1.4.3- Cálculo del consumo de agua.....	50
2.1.5.- SISTEMA DE RIEGO.....	52
2.1.5.1- Factores que afectan a la elección del sistema de riego.....	52
2.1.5.2- Principios básicos y ventajas del riego localizado.....	53
2.1.5.3- Tipos de goteros.....	54
2.1.6.- DOTACIÓN DE CAUDAL ASIGNADA A LOS HIDRANTES.....	55
<b>2.2.- ANEXO 2: DISEÑO Y CALCULOS DE LA RED DE RIEGO.....</b>	<b>56</b>
2.2.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	56
2.2.2.- INTRODUCCION. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS.....	56
2.2.3.- TOPOLOGÍA Y TRAZADO DE LA RED DE PRESIÓN.....	56
2.2.4.- CONDICIONES DE SERVICIO.....	57
2.2.4.1- Caudal ficticio continuo.....	57
2.2.4.2- Dotación o caudal máximo de los hidrantes.....	58
2.2.5.- ESQUEMA DE RED.....	59
2.2.5.1- Nudos.....	59
2.2.5.2- Tuberías.....	61
2.2.6.- DIMENSIONADO DE LA RED.....	62

2.2.6.1.- Superficie regada por cada hidrante.....	67
2.2.7.- ALTERNATIVAS TÉCNICO-ECONÓMICAS DEL DIMENSIONADO DE LA RED .....	69
2.2.7.1.- Dimensionado funcional a partir de caudales acumulados de línea.....	69
2.2.7.2.- Dimensionado óptimo económico.....	77
2.2.7.2.1.- Dimensionado por el método Clément con garantía de suministro global.....	79
2.2.7.2.2.- Dimensionado por el método Clément con garantía de suministro selectiva.....	85
2.2.7.3.- Conclusiones del estudio.....	91
2.2.7.3.1.- Comparativa de costes.....	91
2.2.7.3.2.- Discusión de resultados.....	92
2.2.8.- SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED.....	92
2.2.8.1.-Discusión de resultados.....	100
2.2.9.- VALVULAS VENTOSA.....	100
2.2.9.1.- Tipos de válvulas ventosa.....	101
2.2.9.2.- Localización de las válvulas ventosa en la red.....	102
2.2.9.3.- Dimensionado de las válvulas ventosa.....	102
2.2.10.- HIDRANTES.....	103
2.2.10.1.- Descripción.....	103
2.2.10.2.- Dimensionado de los hidrantes.....	103
2.2.11.- EQUIPO DE FILTRADO.....	106
2.2.11.1.- Descripción.....	106
2.2.11.2.- Colectores.....	106
2.2.11.3.- Válvulas de control y ventosas.....	107
2.2.11.4.- Filtros.....	107
2.2.11.5.- Parámetros de diseño.....	108
2.2.11.6.- Funcionamiento.....	109
<b>2.3.- ANEXO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.....</b>	<b>111</b>
2.3.1.- OBJETO DEL ANEXO.....	111
2.3.2.- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	111



2.3.3.-	DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	113
2.3.4.-	CÁLCULOS HIDRÁULICOS. ....	115
2.3.4.1.-	Introducción. ....	115
2.3.4.2.-	Cálculo del diámetro de la tubería de impulsión.....	116
2.3.4.3.-	Cálculo de las pérdidas de carga. ....	117
2.3.4.4.-	Procedimiento de cálculo. Resultados.....	119
2.3.5.-	FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO. CURVAS CARACTERÍSTICAS. .....	125
2.3.5.1.-	Funcionamiento del equipo de bombeo. ....	125
2.3.5.2.-	Curvas características.....	126
2.3.6.-	ESTUDIO DEL GOLPE DE ARIETE. ....	131
2.3.6.1.-	Consideraciones hidráulicas. Estudio del golpe de ariete sin sistema de amortiguación.....	131
2.3.7.-	CÁLCULOS MECÁNICOS. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO. ....	134
2.3.8.-	PERFIL DE LA CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN.....	135
2.3.9.-	VÁLVULAS VENTOSA. ....	135
2.3.10.-	DETERMINACIÓN DEL TIMBRAJE DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN.....	136
2.3.11.-	FUNCIONAMIENTO. ....	137
<b>2.4.-</b>	<b>ANEXO 4: OBRAS AUXILIARES.....</b>	<b>138</b>
2.4.1.-	OBJETO DEL ANEXO.....	138
2.4.2.-	INSTALACIONES ENTERRADAS.....	138
2.4.2.1.-	Zanjas.....	138
2.4.2.1.1.-	Sección de las zanjas.....	139
2.4.2.1.2.-	Dimensiones de las zanjas.....	140
2.4.3.-	BLOQUES DE EMPUJE.....	142
2.4.3.1.-	Magnitud del empuje. ....	143
2.4.3.2.-	Mayoración del empuje.....	144
2.4.3.3.-	Determinación del área portante de los bloques de empuje. ....	145
2.4.3.3.1.-	Cálculo del área portante de los bloques de empuje.....	146
2.4.3.3.2.-	Forma y dimensiones de los bloques de empuje. ....	150
2.4.4.-	PASOS DE CAMINOS, CARRETERAS Y ACEQUIAS DE RIEGO.....	154




---

2.4.4.1.- Pasos de carreteras y caminos asfaltados. ....	154
2.4.4.2.- Pasos de caminos rurales.....	155
2.4.4.3.- Sifones.....	158
2.4.5.- RECINTOS DE PROTECCIÓN DE HIDRANTES Y VÁLVULAS. ....	158
2.4.5.1.- Recintos para hidrantes. ....	159
2.4.5.2.- Recintos para ventosas. ....	159
<b>2.5.- ANEXO 5: DIMENSIONADO INSTALACIONES. ....</b>	<b>160</b>
2.5.1.- OBJETO DEL ANEXO .....	160
2.5.2.- EMBALSE.....	160
2.5.3.- DEPÓSITO DE CAPTACIÓN. ....	160
2.5.4.- RECINTO DE INSTALACIONES DE BOMBEO. ....	161
2.5.5.- RECINTO DE FILTRADO. ....	161
<b>2.6.- ANEXO 6: METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE DIMENSIONADO Y SIMULACIÓN DE REDES.....</b>	<b>162</b>
2.6.1.- OBJETO.....	162
2.6.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA. ....	162
2.6.3.- METODOLOGIA DEL DIMENSIONADO DE REDES RAMIFICADAS.....	163
2.6.3.1.- Desarrollo teórico de la generalización del método de la Serie Económica con altura conocida en cabecera.....	164
2.6.3.2.- Mejoras en el método de la Serie Económica para el dimensionado de redes ramificadas. ....	170
2.6.3.2.1.- Introducción. ....	170
2.6.3.2.2.- Objetivos. ....	171
2.6.4.- METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN DE REDES. TÉCNICA DE ANÁLISIS Y MÉTODOS DE CÁLCULO. ....	173

---

## **2.1.- ANEXO 1: ESTUDIO AGRONÓMICO.**

### **2.1.1.- OBJETO DEL ANEXO.**

El objeto del presente anexo es la de la realización de un informe agronómico del “Proyecto de modernización de regadíos de un sector de La comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca”, para una superficie de 330 has. de cultivo de árboles frutales.

Con este se pretende, por una parte, describir la situación de partida de la zona y las características generales del proyecto, y por otra, analizar las necesidades hídricas del cultivo.

### **2.1.2.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.**

En la zona donde se pretende la actuación (ver planos 1.1 y 1.2), no se tienen problemas de disponibilidad de recursos hídricos, ya que es una zona de huertas en la margen derecha del río Cinca, río que actualmente, no presenta problemas de déficit de caudal durante el año para abastecer a las diferentes comunidades de regantes. Su nacimiento en el pirineo y su regulación con embalses tan importantes como el del Grado y el Mediano aseguran un caudal mínimo que garantiza todas las concesiones para riego a las diferentes comunidades.

Actualmente La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca tiene una concesión de la Confederación hidrográfica del Ebro de 3.200 litros por segundo para el riego de unas 1.800 has de huerta. Esta agua se capta del río Cinca en la localidad de Velilla de Cinca y es distribuida mediante dos acequias principales que abastecen a



diferentes acequias menores a lo largo de toda el área competente de la comunidad. La mayoría de parcelas se riegan por el sistema de inundación, exceptuando un sector de 300 has modernizado hace algunos años que riega a través de una red de presión, y de algunos particulares que por su cuenta han modernizado el riego en sus fincas.

La nueva cultura de ahorro de agua, la situación actual de la agricultura, donde es necesaria la producción de mayor calidad y ahorro de tiempo, los problemas con diferentes hongos en las tierras y la disponibilidad actual de un alto porcentaje de subvención por parte de las administraciones públicas, son factores que entre otros, hacen que sea recomendable una modernización del sistema de riego actual, pasando de riego por inundación a riego localizado.

### **2.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN.**

#### **2.1.3.1- Situación, superficies y accesos.**

El sector de “La comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca” objeto de estudio se encuentra en el término municipal de Fraga en la provincia de Huesca. Concretamente se sitúa en la pedanía de Miralsot y abarca una zona de unas 330 has entre la acequia nueva y el río Cinca.

La principal vía de acceso a esta zona es la carretera A-131 que une Fraga con Huesca. (Ver figura 1)



**Figura 1. Croquis de situación.**

### 2.1.3.2- Datos y descripción del proyecto.

**Tabla 1. Principales características del proyecto.**

Numero de propietarios.	138
Superficie regable.	332 Has.
Parcelas catastrales.	167
Cultivo.	Principalmente frutales de hueso y pepita.
Marcos de plantación.	5x3 y 5x4

El sistema de riego que se pretende disponer en la zona es el de riego a la demanda.

El proyecto constará de un sistema de impulsión, que cogerá el agua de un depósito de captación construido en la acequia nueva y la bombeará hacia un embalse de regulación situada a 300 metros, en unos terrenos de propiedad municipal cedidos a la comunidad. Este embalse estará situado en una planura encima de la pedanía de Miralsot, a una cota de 185 metros, más de 50 metros por encima del hidrante de demanda de cota máxima, que tiene 127,79 metros. (Ver plano 3.1)

El embalse de regulación estará ya construido para cuando se realice la ejecución del presente proyecto.

Al lado del sistema de impulsión se instalará el equipo de filtrado, concentrando ambos equipos en un mismo recinto que será construido, pero que no compete al presente proyecto. Las conducciones de impulsión y la conducción de bajada del embalse irán paralelas en el tramo comprendido entre el equipo de bombeo y el embalse de regulación para aprovechar así la misma zanja. A partir de ahí partirá una red de tuberías presurizadas que abastecerán a las diferentes agrupaciones de parcelas de la Comunidad de Regantes.

Cada agrupación de parcelas contará con una toma de agua, variando el diámetro de la misma en función de la superficie. A partir de ahí los propietarios enlazarán sus instalaciones con la supervisión de la comunidad, para que no se excedan del caudal asignado.

Cada toma de agua tendrá un contador volumétrico y cada propietario tendrá asimismo un contador volumétrico en su parcela para que pague por la cantidad de agua exacta consumida.

## 2.1.4.- EXIGENCIAS HÍDRICAS DEL CULTIVO.

### 2.1.4.1.- Tipos de cultivo.

El principal tipo de cultivo de la zona es el de árboles frutales, y pequeños huertos para consumo doméstico y de recreo.

Los principales tipos de frutales cultivados en la zona son: melocotoneros, manzanos y perales, de diferentes clases, y cuyas fechas de recolección van desde principios de junio hasta mediados de octubre, según sean variedades tempranas, medianas o tardías.

Es difícil evaluar el porcentaje de cultivo de cada tipo, dado que las fluctuaciones del mercado hacen que los cambios varietales sean constantes para buscar mayor rentabilidad en la explotación. A parte una de las causas por la que se pretende la modernización de regadíos de la zona, es el presente abandono de parcelas que al no tener riego automatizado, son una carga mas que una renta para sus propietarios. Por tanto se estimara un porcentaje de cultivos a futuro. (Ver tabla 2)

**Tabla 2. Porcentaje de cultivos.**

Melocotonero y nectarina de variedades tempranas.	35%
Melocotonero y nectarina de variedades medias.	30%
Manzanos de agosto.	15%
Perales de variedades medias.	15%
Otros cultivos.	5%

#### **2.1.4.2.-Necesidades hídricas de los cultivos.**

Para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo se toma como base los datos facilitados por la página web de la oficina del regante de la Diputación General de Aragón (<http://oficinaregante.aragon.es>), y como año de referencia el 2006, año de déficit pluviométrico importante en cuanto a precipitaciones, lo cual asegura que el cálculo será óptimo para campañas hídricas normales y para campañas muy secas. Esta oficina facilita las necesidades hídricas de los cultivos de la zona para todo su ciclo anual en base a los registros de la estación climatológica de Fraga, y a los datos de entrada como son: marco de plantación, clase de árbol frutal, variedad y eficiencia del sistema de riego.

Los datos facilitados por la oficina del regante de la Diputación General de Aragón son los presentados en las tablas 3 a 6:

##### LEYENDA DE LAS TABLAS 3 A 6

ET<sub>0</sub>: Evapotranspiración de referencia, l/m<sup>2</sup> semana.

Kc: Coeficiente de cultivo semanal.

ET<sub>c</sub>: Evapotranspiración de cultivo, l/m<sup>2</sup> semana.

PE: Precipitación efectiva, l/m<sup>2</sup> semana.

NH<sub>n</sub>: Necesidades hídricas netas, l/m<sup>2</sup> semana.

NR<sub>b</sub>: Necesidades de riego brutas, l/m<sup>2</sup> semana.

NR<sub>A</sub>: Necesidades de riego por árbol, l/árbol

$$1 \text{ l/m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$$


**Tabla 3: Necesidades hídricas del melocotonero y nectarina de variedades tempranas.**

Semana del día ...	... al día	ET <sub>o</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	PE	NH <sub>n</sub>	NR <sub>b</sub>	NR <sub>A</sub>
15/03/2006	21/03/2006	15	0,2	3,5	1,2	2,3	2,6	39,97
22/03/2006	28/03/2006	23	0,3	7,7	1,3	6,3	7	106,42
29/03/2006	04/04/2006	24	0,4	10,4	0	10,4	11,6	174,47
05/04/2006	11/04/2006	25	0,5	13,1	0,1	13	14,4	216,95
12/04/2006	18/04/2006	24	0,6	15,1	6,9	8,2	9,1	136,93
19/04/2006	25/04/2006	26	0,7	18,9	0,3	18,6	20,7	311,48
26/04/2006	02/05/2006	33	0,8	27,5	0	27,5	30,6	459,52
03/05/2006	09/05/2006	26	0,9	24,2	1	23,1	25,7	386,64
10/05/2006	16/05/2006	36	0,9	36	1,2	34,8	38,7	580,61
17/05/2006	23/05/2006	35	1	35,2	0	35,2	39,1	587,58
24/05/2006	30/05/2006	41	1	40,7	0	40,7	45,2	678,96
31/05/2006	06/06/2006	41	1	40,8	0	40,8	45,3	680,71
07/06/2006	13/06/2006	39	1	39	0,3	38,7	43	645,57
14/06/2006	20/06/2006	34	0,8	30,5	0,7	29,7	33	495,95
21/06/2006	27/06/2006	40	0,8	33,1	1,6	31,5	35	525,52
28/06/2006	04/07/2006	43	0,8	34,8	0,3	34,5	38,3	575,31
05/07/2006	11/07/2006	44	0,7	34,2	1,6	32,5	36,1	542,79
12/07/2006	18/07/2006	40	0,7	30,4	2,7	27,7	30,8	462,91
19/07/2006	25/07/2006	43	0,7	31,7	0,3	31,4	34,9	523,99
26/07/2006	01/08/2006	43	0,7	30,5	0,9	29,6	32,9	494,19
02/08/2006	08/08/2006	42	0,6	28,6	0,1	28,5	31,7	475,66
09/08/2006	15/08/2006	39	0,6	25,9	7,3	18,6	20,7	310,71
16/08/2006	22/08/2006	31	0,6	19,9	0	19,9	22,1	332,26
23/08/2006	29/08/2006	37	0,6	22,7	0,4	22,3	24,8	372,21
30/08/2006	05/09/2006	34	0,5	20,1	0	20,1	22,4	336,61
06/09/2006	12/09/2006	28	0,5	15,7	8,5	7,2	8	120,44
13/09/2006	19/09/2006	23	0,5	12,5	24,6	0	0	0,00
20/09/2006	26/09/2006	20	0,5	10,4	5,7	4,7	5,3	79,51
27/09/2006	03/10/2006	20	0,5	9,9	0	9,9	11,1	166,63
04/10/2006	10/10/2006	19	0,4	9,1	0	9,1	10,1	152,93
11/10/2006	17/10/2006	14	0,3	4,4	1	3,3	3,7	56,44
Total		982		718,3	68,5	661,7	735,3	11029,8

Tabla 4: Necesidades hídricas del melocotonero y nectarina de variedades medias.

Semana del día ...	... al día	ET <sub>o</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	PE	NH <sub>n</sub>	NR <sub>b</sub>	NR <sub>A</sub>
14/03/2006	15/03/2006	3,4	0	0	0	0	0,1	1,64
16/03/2006	22/03/2006	17	0,2	3,8	1,2	2,6	2,9	43,61
23/03/2006	29/03/2006	22	0,2	6,3	1,3	4,9	5,5	83,03
30/03/2006	05/04/2006	24	0,3	8,2	0	8,2	9,1	137,35
06/04/2006	12/04/2006	25	0,3	9,5	0,1	9,4	10,4	157,46
13/04/2006	19/04/2006	23	0,4	10,3	6,9	3,4	3,7	56,6
20/04/2006	26/04/2006	27	0,4	13,5	0,3	13,2	14,7	221,2
27/04/2006	03/05/2006	31	0,5	17	0,1	16,9	18,8	282,49
04/05/2006	10/05/2006	28	0,6	16,9	0,9	16	17,8	267,96
11/05/2006	17/05/2006	37	0,6	24,5	1,2	23,3	25,8	388,36
18/05/2006	24/05/2006	35	0,7	24,5	0	24,5	27,2	409,43
25/05/2006	31/05/2006	41	0,7	31,5	0	31,5	35	526,47
01/06/2006	07/06/2006	41	0,8	33,1	0	33,1	36,8	552,89
08/06/2006	14/06/2006	39	0,8	33,7	0,3	33,4	37,1	556,70
15/06/2006	21/06/2006	35	0,9	31,3	0,7	30,5	33,9	509,67
22/06/2006	28/06/2006	38	0,9	34,3	1,9	32,3	35,9	539,20
29/06/2006	05/07/2006	45	0,9	40,6	0,9	39,7	44,1	662,18
06/07/2006	12/07/2006	44	0,9	39,3	0,7	38,5	42,8	642,81
13/07/2006	19/07/2006	41	0,9	36,8	2,8	34	37,7	566,92
20/07/2006	26/07/2006	45	0,9	40,2	0,1	40,1	44,6	669,07
27/07/2006	02/08/2006	42	0,9	38,1	0,9	37,2	41,3	620,37
03/08/2006	09/08/2006	41	0,9	37,3	0,1	37,1	41,3	619,65
10/08/2006	16/08/2006	38	0,8	31,8	7,3	24,4	27,2	408,32
17/08/2006	23/08/2006	32	0,7	25	0,4	24,6	27,3	410,35
24/08/2006	30/08/2006	37	0,7	28,2	0	28,2	31,3	470,47
31/08/2006	06/09/2006	33	0,7	23,2	0	23,2	25,8	387,24
07/09/2006	13/09/2006	26	0,6	17,6	25,3	0	0	0
14/09/2006	20/09/2006	24	0,6	14,7	7,8	6,9	7,7	115,99
21/09/2006	27/09/2006	19	0,5	11	5,7	5,3	5,9	89,53
28/09/2006	04/10/2006	21	0,5	11,2	0	11,2	12,5	187,81
05/10/2006	11/10/2006	18	0,4	9	0,7	8,2	9,1	137,99
12/10/2006	18/10/2006	12	0,2	3,2	2,2	1	1,1	16,81
Total		985		707,2	70,5	644,3	715,9	10739,9

Tabla 5: Necesidades hídricas de perales de variedades medias.

Semana del día ...	... al día	ET <sub>o</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	PE	NH <sub>n</sub>	NR <sub>b</sub>	NR <sub>A</sub>
14/03/2006	15/03/2006	14.8	0.2	3.3	1.2	2.1	2.3	47.5
16/03/2006	22/03/2006	22.7	0.2	6.4	1.3	5.0	5.6	112.6
23/03/2006	29/03/2006	23.8	0.3	8.1	0	8.1	9.0	180.4
30/03/2006	05/04/2006	24.5	0.3	9.7	0.1	9.6	10.6	213.5
06/04/2006	12/04/2006	23.8	0.4	10.8	6.9	3.9	4.3	87.6
13/04/2006	19/04/2006	25.8	0.5	13.2	0.3	12.9	14.4	288.7
20/04/2006	26/04/2006	33.1	0.5	18.9	0	18.9	21.0	420.8
27/04/2006	03/05/2006	26.0	0.6	16.3	1.0	15.3	17.0	341.1
04/05/2006	10/05/2006	36.1	0.6	24.7	1.2	23.5	26.2	524.2
11/05/2006	17/05/2006	35.2	0.7	26.2	0	26.2	29.1	583.1
18/05/2006	24/05/2006	40.7	0.8	32.6	0	32.6	36.3	726.0
25/05/2006	31/05/2006	40.8	0.8	35.1	0	35.1	39.0	780.3
01/06/2006	07/06/2006	39.0	0.9	35.8	0.3	35.5	39.4	789.2
08/06/2006	14/06/2006	34.3	0.9	33.4	0.7	32.7	36.3	727.7
15/06/2006	21/06/2006	40.2	1	40.2	1.6	38.6	42.9	858.4
22/06/2006	28/06/2006	43.4	1	43.4	0.3	43.1	45.3	959.5
29/06/2006	05/07/2006	43.9	1	43.9	1.6	42.3	44.4	940.8
06/07/2006	12/07/2006	40.3	1	40.3	2.7	37.6	41.8	837.0
13/07/2006	19/07/2006	43.3	1	43.3	0.3	43.0	45.2	956.9
20/07/2006	26/07/2006	43.0	1	43.0	0.9	42.1	44.2	937.5
27/07/2006	02/08/2006	41.8	1	41.8	0.1	41.6	43.6	925.9
03/08/2006	09/08/2006	39.1	0.7	27.7	7.3	20.3	22.6	452.7
10/08/2006	16/08/2006	31.1	0.5	17.4	0	17.4	19.3	387.8
17/08/2006	23/08/2006	36.9	0.5	19.4	0.4	18.9	21.0	421.3
24/08/2006	30/08/2006	33.9	0.4	16.6	0	16.6	18.5	371.0
31/08/2006	06/09/2006	27.6	0.4	12.6	8.5	4.0	4.5	90.3
07/09/2006	13/09/2006	22.9	0.4	9.6	24.6	0	0	0
14/09/2006	20/09/2006	19.9	0.3	7.7	5.7	2.0	2.2	45.0
21/09/2006	27/09/2006	19.8	0.3	7.0	0	7.0	7.8	156.1
28/09/2006	04/10/2006	19.1	0.3	6.0	0	6.0	6.7	135.4
05/10/2006	11/10/2006	13.5	0.2	3.8	1.0	2.7	3.0	61.8
12/10/2006	18/10/2006	7.7	0.2	1.9	10.0	0	0	0
Total		989.6		701.8	78.6	646.2	718.0	14361.5



Tabla 6: Necesidades hídricas de manzanos de variedades medias.

Semana del día ...	... al día	ET <sub>o</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	PE	NH <sub>n</sub>	NR <sub>b</sub>	NR <sub>A</sub>
14/03/2006	15/03/2006	14.8	0.1	1.5	1.2	0.3	0.4	4.0
16/03/2006	22/03/2006	22.7	0.1	2.9	1.3	1.6	1.7	17.8
23/03/2006	29/03/2006	23.8	0.1	3.6	0	3.6	4.1	41.0
30/03/2006	05/04/2006	24.5	0.1	4.3	0.1	4.2	4.7	47.2
06/04/2006	12/04/2006	23.8	0.2	4.8	6.9	0	0	0
13/04/2006	19/04/2006	25.8	0.2	5.9	0.3	5.6	6.2	62.4
20/04/2006	26/04/2006	33.1	0.2	8.3	0	8.3	9.3	93.2
27/04/2006	03/05/2006	26.0	0.2	7.2	1.0	6.1	6.8	68.8
04/05/2006	10/05/2006	36.1	0.3	10.9	1.2	9.7	10.7	107.9
11/05/2006	17/05/2006	35.2	0.3	11.5	0	11.5	12.8	128.0
18/05/2006	24/05/2006	40.7	0.3	14.3	0	14.3	15.9	159.1
25/05/2006	31/05/2006	40.8	0.3	15.3	0	15.3	17.0	170.7
01/06/2006	07/06/2006	39.0	0.4	15.6	0.3	15.3	17.0	170.5
08/06/2006	14/06/2006	34.3	0.4	14.6	0.7	13.8	15.4	154.0
15/06/2006	21/06/2006	40.2	0.4	18.1	1.6	16.4	18.3	183.1
22/06/2006	28/06/2006	43.4	0.4	20.5	0.3	20.2	22.4	224.5
29/06/2006	05/07/2006	43.9	0.4	20.8	1.6	19.2	21.3	213.6
06/07/2006	12/07/2006	40.3	0.4	19.1	2.7	16.4	18.2	182.9
13/07/2006	19/07/2006	43.3	0.4	20.5	0.3	20.2	22.5	225.3
20/07/2006	26/07/2006	43.0	0.4	20.4	0.9	19.5	21.7	217.2
27/07/2006	02/08/2006	41.8	0.4	19.8	0.1	19.7	21.8	218.8
03/08/2006	09/08/2006	39.1	0.4	18.6	7.3	11.2	12.5	125.0
10/08/2006	16/08/2006	31.1	0.2	8.6	0	8.6	9.5	95.9
17/08/2006	23/08/2006	36.9	0.2	9.5	0.4	9.1	10.1	101.5
24/08/2006	30/08/2006	33.9	0.2	8.2	0	8.2	9.1	91.5
31/08/2006	06/09/2006	27.6	0.2	6.2	8.5	0	0	0
07/09/2006	13/09/2006	22.9	0.2	4.7	24.6	0	0	0
14/09/2006	20/09/2006	19.9	0.1	3.7	5.7	0	0	0
21/09/2006	27/09/2006	19.8	0.1	3.4	0	3.4	3.8	38.1
28/09/2006	04/10/2006	19.1	0.1	2.9	0	2.9	3.2	32.9
05/10/2006	11/10/2006	13.5	0.1	1.8	1.0	0.8	0.8	8.9
12/10/2006	18/10/2006	7.7	0.1	0.9	10.0	0	0	0
Total		989.6		330.0	78.6	286.6	318.5	3185.1

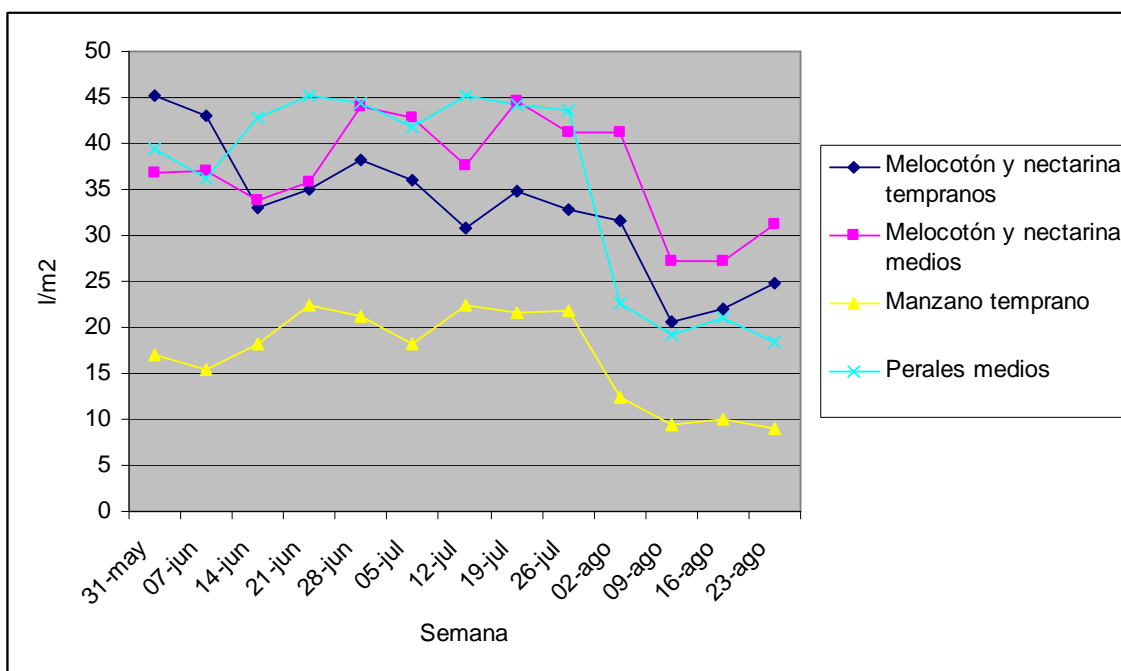
### 2.1.4.3.- Cálculo del consumo de agua.

Para calcular las necesidades hídricas y posteriormente asignar los caudales a cada hidrante se calculará el consumo de agua por hectárea teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se calculará suponiendo que el 100% del terreno está plantado y en producción.
- Se tomarán como datos para el cálculo los meses de mayor demanda hídrica de los cultivos y por tanto de mayor consumo, es decir, junio, julio y agosto.
- Se tomará el máximo valor, de todos los valores máximos semanales, (ver Tabla 7) del cual se obtendrá el caudal a asignar por hectárea. De ésta manera se asegura que las parcelas, estén plantadas del cultivo que sea, tienen un caudal asignado que satisface las necesidades hídricas de dicho cultivo.

Tabla 7: Necesidades hídricas brutas en los meses de mayor demanda de agua.

Semana		Necesidades hídricas brutas del cultivo l/m2			
		Melocotón y nectarina tempranos	Melocotón y nectarina medios	Manzano temprano	Perales medios
31-may	6-jun	45,3	36,8	17,0	39,4
7-jun	13-jun	43	37,1	15,4	36,3
14-jun	20-jun	33	33,9	18,3	42,9
21-jun	27-jun	35	35,9	22,4	45,3
28-jun	4-jul	38,3	44,1	21,3	44,4
5-jul	11-jul	36,1	42,8	18,2	41,8
12-jul	18-jul	30,8	37,7	22,5	45,2
19-jul	25-jul	34,9	44,6	21,7	44,2
26-jul	1-ago	32,9	41,3	21,8	43,6
2-ago	8-ago	31,7	41,3	12,5	22,6
9-ago	15-ago	20,7	27,2	9,5	19,3
16-ago	22-ago	22,1	27,3	10,1	21,0
23-ago	29-ago	24,8	31,3	9,1	18,5



**Figura 2: Gráfico comparativo de necesidades hídricas brutas.**

Se toma por tanto como valor de referencia un consumo máximo de 45,3 l/m<sup>2</sup> semanales, equivalentes a una demanda 64.714 l/ha y día.

## 2.1.5.- SISTEMA DE RIEGO.

### 2.1.5.1.- Factores que afectan a la elección del sistema de riego.

Tabla 8: Comparativa de los diferentes sistemas de riego teniendo en cuenta la afección sobre éstos de diferentes factores.

Factores	Sistema de riego			
	Inundación	Surcos	Aspersión	Goteo
Limitaciones de pendiente	< 1%	< 2%	Ninguna	Ninguna
Limitaciones de suelo				
Infiltración (cm/h)	0,2-5	0,2-7,5	1,5-15	> 0,05
Peligros de erosión	Moderado	Severo	Ligero	Ninguno
Peligros de salinidad	Moderado	Severo	Ligero	Moderado
Limitaciones de agua				
Flujo (l/seg/Ha)	1,6	1,2-1,6	1	<1
Clima				
Influencia del viento	No	No	Si	No
Coste del sistema				
Instalación	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Labores	Moderado	Alto	Moderado-Alto	Bajo
Energía	Bajo	Bajo	Alto	Moderado
Eficiencia del riego	Bajo	Bajo	Alto	Alto

El sistema de riego a introducir será localizado por goteo debido a que es el que mejor características presenta (ver Tabla 8) si se tiene en cuenta la disponibilidad de agua, la orografía del terreno así como la aplicación más favorable para el cultivo unido a una óptima uniformidad.

### **2.1.5.2.-Principios básicos y ventajas del riego localizado.**

La característica principal que diferencia a los sistemas de riego localizado respecto a otros sistemas (aspersión e inundación, véase en Tabla 8), es que el agua se aplica únicamente en la zona del suelo que exploran las raíces del cultivo (bulbo húmedo). Esta situación condiciona el manejo del riego de forma que, en general, se deben realizar aplicaciones cortas y frecuentes del agua de riego para que ese bulbo húmedo contenga siempre la cantidad de agua que la planta necesita en cada momento. Con esto se consigue que la planta absorba el agua con más facilidad y que se minimicen las pérdidas por evaporación directa desde el suelo. Por lo tanto, se puede decir que con un diseño y manejo adecuados, los sistemas de riego localizado implican un mayor aprovechamiento del agua de riego y, por lo tanto, un mayor beneficio por m<sup>3</sup> de agua empleada.

Otras ventajas interesantes de estos sistemas de riego son las siguientes:

- Mayor uniformidad y eficiencia de riego (con un buen diseño).
- Mejor aprovechamiento de fertilizantes (aplicados sólo al cultivo)
- Mayor productividad y mayor calidad de los frutos.
- Menor problema por malas hierbas.
- Posibilidad de automatización del riego con el consecuente ahorro de tiempo.
- Permite una aplicación precisa de fertilizantes en el agua de riego.

- Seguridad de abastecimiento durante el riego, ya que con el riego por inundación se depende si riegan aguas arriba, ya que no existe un sistema de horarios.
- Menor problema de expansión de plagas de hongos que afectan a las raíces de los árboles.

### 2.1.5.3.- Tipos de goteros.

Los caudales más corrientes de los goteros oscilan entre 2 y 10 l/h para unas presiones de trabajo variables entre 10 y 30 metros. Aunque hay goteros que trabajan a presiones inferiores a 10 m no es aconsejable su utilización, en particular en terrenos algo accidentados. Los simples altibajos del terreno y las pérdidas de carga a lo largo de los ramales de riego son suficientes para que se pierda fácilmente la uniformidad en la distribución del agua.

Los goteros, se pueden clasificar según muchos criterios. A continuación se hace una pequeña clasificación basada en la forma en que están integrados en la manguera o tubo que transporta el fluido:

- **Goteros interlínea.** Son aquellos que se instalan cortando la tubería e insertando el gotero. El agua circula por el interior del gotero, que forma parte de la conducción, por lo que existen modelos adecuados a los distintos diámetros de tubería. La inserción manual de estos goteros es costosa, por lo que es frecuente que los fabricantes los suministren ya insertados a espaciamientos constantes, que suelen ser del orden de 30-90 cm, aunque, bajo pedido, se puede variar el espaciamiento.
- **Goteros pinchados.** Son goteros que se instalan en la tubería en un orificio realizado con un sacabocados. Se pueden instalar en el campo, colocándolos en su emplazamiento definitivo. Estos goteros se pueden colocar en tuberías de distintos diámetros.

- **Goteros integrados.** Son goteros que se implantan en una tubería de polietileno durante el proceso de fabricación de la misma, con distintos emplazamientos. En ocasiones los diámetros de las tuberías con goteros integrados son diferentes de los usuales, lo que obliga a utilizar elementos de conexión especiales.

### 2.1.6.- DOTACIÓN DE CAUDAL ASIGNADA A LOS HIDRANTES.

Para el cálculo de la dotación de caudal asignada a cada hidrante, se toma como referencia una parcela tipo de 1 ha de frutales con marco de plantación 5x3 m. es decir 666 árboles frutales y con una necesidad hídrica calculada en el apartado 4.3 de 64.714 l/ha y día. El tipo de gotero utilizado sería un gotero de 4 l/h y el número de goteros por árbol sería de 4.

$$\frac{64.714 \text{ l/ha} \cdot \text{día}}{666 \text{ árboles}} = 97,16 \text{ l/árbol} \cdot \text{día} \Rightarrow \frac{97,16 \text{ l/árbol} \cdot \text{día}}{4 \text{ goteros} \times 4 \text{ l/h}} = 6,07 \text{ horas/día}$$

$$\frac{64.714 \text{ l/ha}}{6,07 \text{ h}} = 10.66 \text{ l/h} \cdot \text{ha} \Rightarrow 2,96 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \Rightarrow 3 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Por tanto se asignará a cada hidrante una dotación de caudal de 3 l/s y ha. Con una presión mínima recomendada de 30 m.c.a.



## **2.2.- ANEXO 2: DISEÑO Y CALCULOS DE LA RED DE RIEGO.**

### **2.2.1.- OBJETO DEL ANEXO.**

El objeto del presente anexo es el diseño de la red de riego, a partir de unas agrupaciones de parcelas dadas por la comunidad de regantes.

### **2.2.2.- INTRODUCCION. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS.**

La distribución del agua en el presente proyecto se realizará mediante una red que, partiendo desde el embalse de regulación, se irá ramificando por el área geográfica a modernizar (ver plano 2.2). Los puntos finales de la red, o puntos de consumo, que abastecerán para el riego las diferentes agrupaciones de parcelas, son lo que se denominará como hidrante.

### **2.2.3.- TOPOLOGÍA Y TRAZADO DE LA RED DE PRESIÓN.**

Se tiene una red con modalidad de riego a la demanda. Las extensas superficies a cubrir, la dispersión de los puntos de consumo, los elevados costes de las conducciones de gran diámetro necesarias para acomodar los grandes volúmenes de agua servidos y la mayor tolerancia de los cultivos a las carencias de agua puntuales, hacen adoptar una morfología ramificada donde cada punto de suministro es alimentado a través de una única serie de conducciones, dado que se demuestra que, en general, es más económica que cualquier otra mallada que realice un servicio equivalente.

El criterio adoptado para realizar el trazado de la red es el de lindes. Consiste en trazar las conducciones por los bordes de los caminos municipales o de la comunidad de regantes y por las lindes de las parcelas. Con este tipo de trazado se evitan las servidumbres de los propietarios en la red, se evita el pago de compensaciones por daños en las fincas y se mejora la conservación futura de la misma.





La localización de los hidrantes de riego, que abastecen a varias parcelas, debe ser tal que se tengan una buena accesibilidad desde los caminos de servicio y parcelas que alimenta.

#### 2.2.4.- CONDICIONES DE SERVICIO.

Cada agrupación de parcelas, dispondrá de una toma con una válvula hidráulica, con la que se medirá el gasto y se regulará la presión.

Las condiciones de servicio de cada toma de riego vienen definidas por los siguientes parámetros:

- Presión de servicio, que será de 30 m.c.a. como mínimo en hidrante.
- Módulo o gasto máximo, que dependerá de la superficie de cada agrupación de parcelas y cuyo valor, se calcula más abajo.

##### 2.2.4.1.- Dotación o caudal máximo de los hidrantes.

Dotación es la asignación de caudal que, como máximo, se extraerá de un hidrante.

La dotación o caudal máximo de cada hidrante viene dado por el producto entre la dotación calculada en el apartado 6 del Anexo 1, para una superficie de una hectárea, y la superficie de la agrupación de parcelas que el hidrante debe regar, es decir:

$$Q_{dot} = Q_{dot1ha} \cdot Sp = 3l/s \cdot Sp$$

**Ec. 2.1**

Siendo:

$Q_{dot}$	l/s	Dotación máxima de los hidrantes.
$Q_{dot1ha}$	l/s·ha	Dotación máxima de un hidrante que riega una superficie de 1ha.
$Sp$	ha	Superficie de la agrupación de parcelas que riega el hidrante.



#### 2.2.4.2.- Caudal ficticio continuo. (qfc)

Sería el caudal necesario que recibiría el hidrante para extraer toda la dotación suponiendo una aportación ininterrumpida de agua a lo largo de una jornada de riego de 15 horas en l/s·ha. Se considera jornada de 15 horas y no de 24, debido a que normalmente los riegos si no hay restricciones horarias se realizan en periodo diurno, ya que es cuando los agricultores se encuentran en las fincas y se pueden detectar averías. Viene dada por la expresión:

$$qfc = Q_{dot1ha} \cdot \frac{t}{Tr} = 3l/s \cdot \frac{6h}{15h} = 1,2l/s \cdot ha$$

Ec. 2.2

Siendo:

qfc	l/s·ha	Caudal ficticio continuo.
Qdot1ha	l/s·ha	Dotación máxima de un hidrante que riega una superficie de 1ha.
	3l/s	
t	h	Tiempo necesario para recibir el volumen de agua que requiere la parcela.(Calulado en el apartado 6 del Anexo 1). 6h
Tr	h	Tiempo que dura una jornada de riego. 15h

Con la tabla de dotaciones (Tabla 1) y las condiciones de presión, quedan pues definidas las condiciones de servicio de cada nodo.

Sólo restaría determinar el diámetro nominal de la válvula y demás piezas especiales.



---

### **2.2.5.- ESQUEMA DE RED.**

#### **2.2.5.1.- Nudos.**

En la Figura 3 se muestran los nudos de la red de forma numerada. En rojo se muestran los nudos de unión y en azul los nudos de consumo o hidrantes. Cada uno de los hidrantes abastece a una superficie determinada.

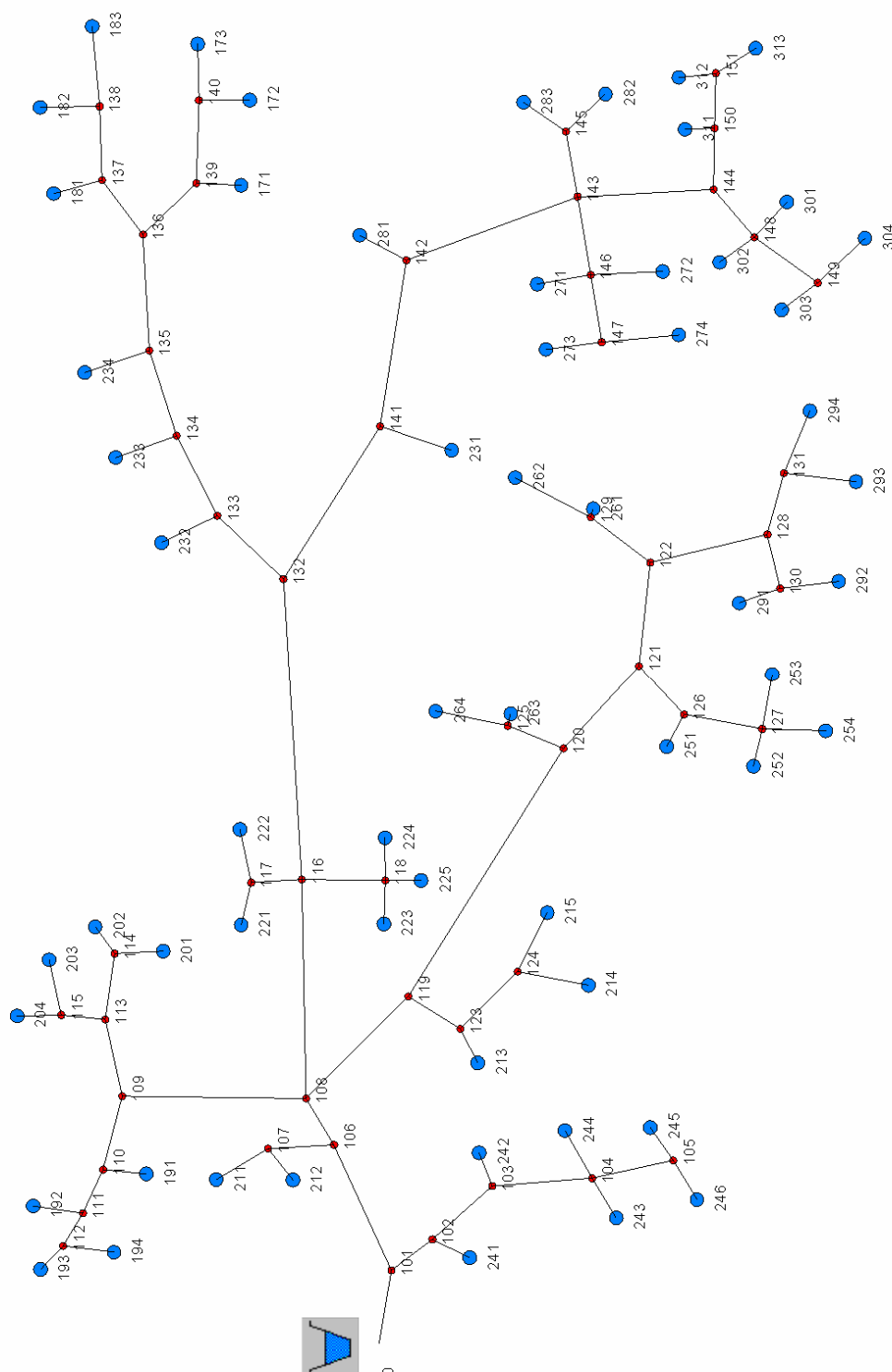


Figura 3. Esquema de la red de riego. Nudos

### 2.2.5.2.- Tuberías.

En el siguiente esquema (figura 4) se muestran las tuberías de la red de forma numerada. Cada tubería une dos nodos de unión o un nodo de unión con un hidrante.

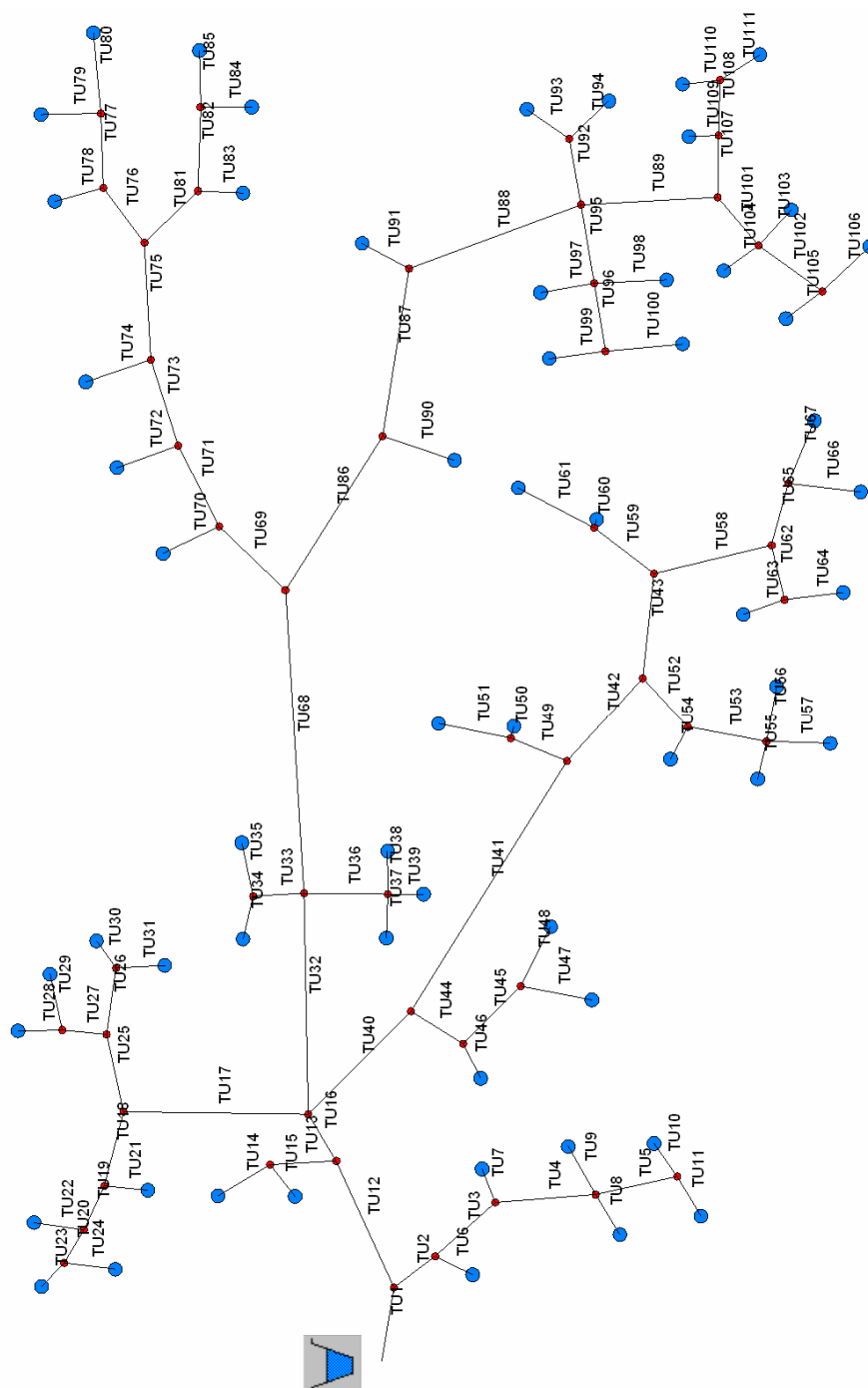


Figura 4. Esquema de la red de riego. Tuberías.



## 2.2.6.- DIMENSIONADO DE LA RED.

El dimensionado y cálculo de las redes óptimas se ha realizado mediante el PROGRAMA DE CÁLCULO Y DISEÑO DE REDES GESTAR 1.5, diseñado por la Universidad de Zaragoza, de dominio público y que se puede obtener en la página web: [www.gestarcad.com](http://www.gestarcad.com).

Una vez definida la tipología de la red por sus nudos (figura 5), cotas, presión mínima, dotación, así como una tabla con los diámetros disponibles en el mercado, con una velocidad máxima admisible y con los correspondientes precios de coste según timbraje, el programa calcula la red óptima de forma que el coste sea el mínimo para la altura de cabecera fijada.

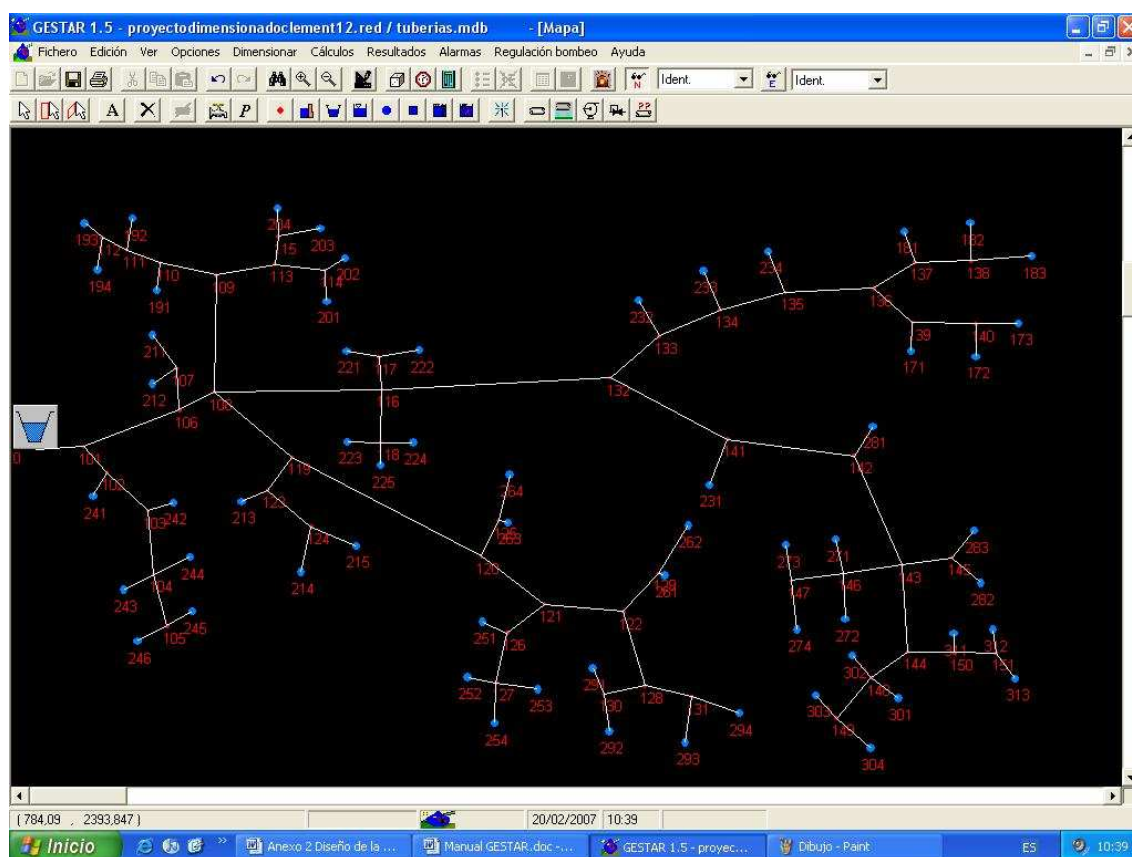


Figura 5. Esquema de red en el programa GESTAR 1.5.



De esta manera se puede obtener la distribución de diámetros en la red, con el timbraje, la velocidad, pérdida de carga y presión en cada punto, así como un desglose del presupuesto por tubos.

Los datos de partida para el cálculo informático pueden agruparse en cinco bloques:

- Cota de cabecera.

Es el valor del nivel mínimo del embalse de regulación. Se tomará 179 metros como cota de la solera del embalse en la ventana (figura 6) de nodo Balsa o nodo 0 del esquema de nodos. Hay que decir que tanto en la ventana para el nodo balsa como para las de nodos de consumo conocido y tuberías que se verán posteriormente solo hay que rellenar los campos imprescindibles para el dimensionado que son los que se describen, ya que los demás el programa no los tendrá en cuenta para esta operación.

Figura 6. Ventana de Nodo Balsa.

- Nodos de consumo conocido.(Hidrantes)

Es un nodo donde la condición de contorno es el consumo exterior, supuesto conocido e independiente de la presión, entendiéndose por consumo, la extracción de caudal de la red. En cada nodo hay que establecer:



- Dotación: Asignación de caudal que, como máximo, se extraerá de un hidrante.
- Superficie regada por el hidrante.
- Caudal ficticio continuo.
- Cota del nodo.

**Figura 7. Ventana Nodo de Consumo Conocido.**

Los datos de entrada para todos los nodos de consumo conocido vienen dados por la Tabla 9 del apartado 2.2.6.1 y por la Tabla 10 del apartado 2.2.7.1 del presente anexo.

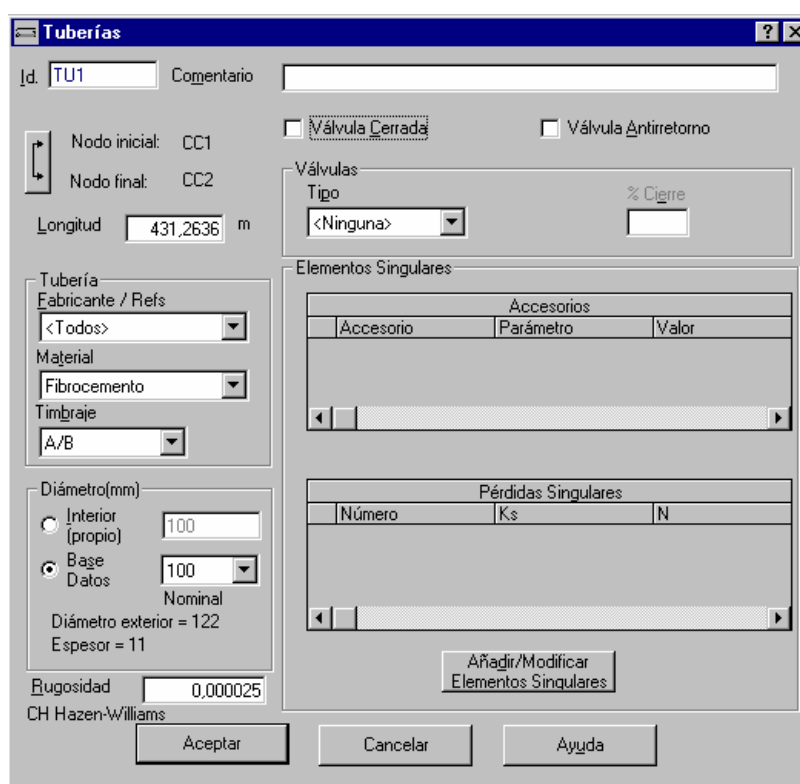
- Configuración de la red.

En cada una de las líneas o tuberías de la red hay que establecer en su ventana (figura 8) obligatoriamente los siguientes valores:



- Nudo origen y nudo final en el sentido de circulación del agua.
- Longitud de la tubería.

Los datos de entrada de las tuberías vienen definidos en la Tabla 3 del presente anexo.



**Tuberías**

Id.  Comentario

Nodo inicial: CC1  
Nodo final: CC2

Longitud  m

☐ Válvula Cerrada ☐ Válvula Antirretorno

Válvulas  
Tipo:  % Cierre:

Tubería  
Fabricante / Refs:   
Material:   
Timbraje:

Diámetro(mm)  
☐ Interior (propio)   
☒ Base Datos   
Nominal  
Diámetro exterior = 122  
Espesor = 11

Rugosidad   
CH Hazen-Williams

Elementos Singulares

Accesorios		
Accesorio	Parámetro	Valor

Pérdidas Singulares		
Número	Ks	N

**Figura 8. Ventana de Tubería.**

- Criterios de diseño. Se rellenarán los campos con los valores siguientes en el asistente para el dimensionado que tiene el programa:
  - Elección de materiales a emplear en tuberías.  
Por criterio económico se ha seleccionado el PVC para diámetros hasta 315mm. y PRFV para diámetros mayores.
  - Margen de seguridad para determinar el timbraje de la tubería (m.c.a.)



Se ha establecido este parámetro en 10 m.c.a.

- Presión mínima exigible.

En general se obliga a que en los hidrantes haya una presión dinámica igual o superior a 30 m.c.a.

- Velocidad máxima admisible en tuberías.

Se ha restringido la velocidad en cada tramo de tubería a 2 m/s.

- Fórmula hidráulica aplicada.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$hf = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

**Ec. 2.3**

Siendo:

hf	m	Pérdida de carga producida en un tramo de tubería.
f		Factor de fricción.(Adimensional)
L	m	Longitud correspondiente a dicho tramo.
D	m	Diámetro de la tubería.
v	m/s	Velocidad de la corriente.
g	m/s <sup>2</sup>	Aceleración de la gravedad.

- Criterios económicos.

- Periodo de amortización.

El periodo de amortización de las tuberías considerado es de 20 años.

- Interés de la inversión. Precio del dinero (T.A.E)

El interés anual estimado de un préstamo para la inversión es del 5%.



En el apartado 2.2.7 del presente anexo se realizan diferentes dimensionados (funcional y óptimo-económico) para ver cual de ellos tiene mejor relación coste-garantía de suministro.

### 2.2.6.1.- Superficie regada por cada hidrante.

En la siguiente tabla (Tabla 9) se muestra las superficies de riego a las que tienen que abastecer cada hidrante, así como su dotación de agua que es, según lo calculado en el apartado 2.1.6 del Anexo 2.1, de 3 l/s·ha.

Tabla 9: Hidrantes y dotación según superficie.

Hidrante	Área(m2)	Área (ha)	Dotación (l/s)
171	45608	4,56	13,68
172	74282	7,43	22,28
173	57125	5,71	17,14
181	24464	2,45	7,34
182	23788	2,38	7,14
183	22241	2,22	6,67
191	66716	6,67	20,01
192	54784	5,48	16,44
193	67585	6,76	20,28
194	47160	4,72	14,15
201	37105	3,71	11,13
202	42392	4,24	12,72
203	72040	7,20	21,61
204	69599	6,96	20,88
211	53621	5,36	16,09
212	25959	2,60	7,79
213	45623	4,56	13,69
214	87170	8,72	26,15
215	54271	5,43	16,28
221	41594	4,16	12,48
222	33522	3,35	10,06
223	37879	3,79	11,36
224	60738	6,07	18,22
225	85076	8,51	25,52
231	59868	5,99	17,96
232	94025	9,40	28,21
233	37857	3,79	11,36



Tabla 9: Hidrantes y dotación según superficie. (Continuación)

Hidrante	Área(m2)	Área (ha)	Dotación (l/s)
234	52027	5,20	15,61
241	44093	4,41	13,23
242	78286	7,83	23,49
243	49771	4,98	14,93
244	75982	7,60	22,79
245	83230	8,32	24,97
246	92913	9,29	27,87
251	60258	6,03	18,08
252	66803	6,68	20,04
253	63741	6,37	19,12
254	62803	6,28	18,84
261	95935	9,59	28,78
262	59545	5,95	17,86
263	62822	6,28	18,85
264	55245	5,52	16,57
271	48067	4,81	14,42
272	87921	8,79	26,38
273	66249	6,62	19,87
274	64427	6,44	19,33
281	56937	5,69	17,08
282	49947	4,99	14,98
283	21528	2,15	6,46
291	31730	3,17	9,52
292	49992	5,00	15,00
293	53465	5,35	16,04
294	64648	6,46	19,39
301	71241	7,12	21,37
302	63094	6,31	18,93
303	61606	6,16	18,48
304	54284	5,43	16,29
311	51491	5,15	15,45
312	27283	2,73	8,18
313	29779	2,98	8,93
	3379235		



### **2.2.7.- ALTERNATIVAS TÉCNICO-ECONÓMICAS DEL DIMENSIONADO DE LA RED.**

En este apartado se estudian diferentes alternativas para el dimensionado de red, una basada en el dimensionado funcional y dos basadas en el dimensionado óptimo económico, para elegir posteriormente la que tenga mejor relación coste-seguridad de suministro. Los resultados de este estudio, serán los que se aplicarán a la red. Se realiza un estudio basado exclusivamente en el coste de las tuberías a instalar a partir de un tipo de dimensionado previo.

En las redes en que la topología y las condiciones de contorno se implementan configurando una red estrictamente ramificada, es posible determinar “a priori” los caudales de línea, desacoplados de las ecuaciones hidráulicas y de las características de la propia tubería, lo que posibilita, entre otras cosas, establecer metodologías directas para el dimensionado de los diámetros de los conductos, metodologías que pueden clasificarse en dos tipos: dimensionado funcional, esto es, determinación de una combinación de diámetros y materiales tales que satisfagan ciertas restricciones en cuanto a los valores de presión en nodos y velocidad en líneas, y dimensionado óptimo económico, que persigue el mismo propósito, buscando además la combinación de los diámetros y materiales de la red que minimice los costes teóricos de las conducciones. Asimismo, cada una de las anteriores metodologías admite diversas aproximaciones que, a su vez, comportan ventajas y limitaciones de tipo conceptual o práctico.

#### **2.2.7.1.- Dimensionado funcional a partir de caudales acumulados de línea.**

En este modelo de dimensionado, el hidrante asegura el suministro de agua en cualquier circunstancia, es decir, la red debe ser capaz de garantizar un suministro del 100% en la situación mas desfavorable, que sería con todos los hidrantes abiertos de vez consumiendo toda la dotación de agua asignada y a una presión de servicio que garantice un buen funcionamiento de las instalaciones particulares.



El método de cálculo consiste en, a partir de los nudos de consumo de las líneas extremas, irlos acumulando en las precedentes, de manera que el caudal que transcurre por una tubería, es la suma de los caudales de consumo de las tuberías o hidrantes que alimenta aguas abajo.

El dimensionado se realiza con el programa informático DIOPCAL implementado dentro del programa GESTAR 1.5. Dicho programa realiza el dimensionado óptimo de redes estrictamente ramificadas mediante el método de la Serie Económica, a partir de unos datos de entrada como son: Consumo y presión mínima necesaria en los nudos, cota de éstos, cota del embalse, longitud de las tuberías y factor de fricción de éstas, años e interés anual de amortización. Los resultados se basan en una base de datos de tuberías del programa. DIOPCAL ha sido desarrollado en el *Grupo de Investigación y Desarrollo de Modelos Hidráulicos (IDMH)* del *Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Politécnica de Valencia* dentro del proyecto coordinado del *Plan Nacional de I+D*, (HID98 –0341-C03-01).

A continuación se muestran en la tabla 10 los datos de entrada de nodos, concretamente, numeración, cota, consumo y presión de consigna. En los nodos de unión el consumo es nulo y la presión no se tiene en cuenta. En los nodos de consumo conocido (hidrantes), el consumo es igual a la dotación y la presión de consigna, es una presión mínima que se marca para el dimensionado.



Tabla 10: Datos de entrada de los nodos.

Nodo	Consumo	Cota	P.Consigna	Nodo	Consumo	Cota	P.Consigna
	(m3/s)	(m)	(mca)		(m3/s)	(m)	(mca)
0	-1,072	179,00	0,00	182	0,0071	108,25	38,00
101	0	111,00	0,00	183	0,01	109,67	38,00
102	0	111,00	0,00	191	0,0201	108,85	38,00
103	0	124,70	0,00	192	0,0164	109,22	38,00
104	0	124,70	0,00	193	0,0228	112,96	38,00
105	0	124,56	0,00	194	0,0142	116,65	38,00
106	0	108,96	0,00	201	0,0113	109,46	38,00
107	0	108,96	0,00	202	0,0127	106,67	38,00
108	0	108,96	0,00	203	0,0216	108,85	38,00
109	0	108,82	0,00	204	0,0209	108,85	38,00
110	0	108,95	0,00	211	0,017	108,96	38,00
111	0	109,90	0,00	212	0,0078	108,96	38,00
112	0	112,96	0,00	213	0,0137	108,96	38,00
113	0	108,85	0,00	214	0,0262	112,32	38,00
114	0	108,49	0,00	215	0,0163	110,20	38,00
115	0	108,85	0,00	221	0,0125	108,96	38,00
116	0	107,08	0,00	222	0,0101	108,96	38,00
117	0	107,08	0,00	223	0,0114	108,96	38,00
118	0	108,96	0,00	224	0,0182	108,96	38,00
119	0	108,96	0,00	225	0,0255	108,96	38,00
120	0	107,28	0,00	231	0,018	108,70	38,00
121	0	107,28	0,00	232	0,0282	107,72	38,00
122	0	107,90	0,00	233	0,0114	107,99	38,00
123	0	108,96	0,00	234	0,0156	109,76	38,00
124	0	110,28	0,00	241	0,013	111,63	38,00
125	0	108,48	0,00	242	0,023	124,70	38,00
126	0	107,28	0,00	243	0,015	124,00	38,00
127	0	107,66	0,00	244	0,023	124,00	38,00
128	0	107,53	0,00	245	0,025	124,00	38,00
129	0	107,48	0,00	246	0,028	127,00	38,00
130	0	120,29	0,00	251	0,0181	107,49	38,00
131	0	107,53	0,00	252	0,02	108,66	38,00
132	0	106,67	0,00	253	0,0191	107,66	38,00
133	0	107,72	0,00	254	0,0188	110,44	38,00
134	0	107,99	0,00	261	0,0288	107,48	38,00
135	0	109,76	0,00	262	0,0179	107,53	38,00
136	0	109,76	0,00	263	0,0189	108,48	38,00
137	0	107,51	0,00	264	0,0166	108,48	38,00
138	0	108,25	0,00	271	0,0144	107,79	38,00
139	0	108,11	0,00	272	0,0264	106,66	38,00
140	0	108,01	0,00	273	0,0199	108,65	38,00
141	0	108,70	0,00	274	0,0193	109,16	38,00



Tabla 10: Datos de entrada de los nodos. (Continuación)

Nodo	Consumo	Cota	P.Consigna	Nodo	Consumo	Cota	P.Consigna
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(mca)		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(mca)
142	0	108,09	0,00	281	0,0171	108,09	38,00
143	0	107,79	0,00	282	0,015	107,32	38,00
144	0	108,20	0,00	283	0,0065	107,32	38,00
145	0	107,32	0,00	291	0,0095	122,89	38,00
146	0	107,79	0,00	292	0,015	120,29	38,00
147	0	109,16	0,00	293	0,016	107,53	38,00
148	0	108,20	0,00	294	0,0194	107,53	38,00
149	0	108,27	0,00	301	0,0214	108,20	38,00
150	0	108,82	0,00	302	0,0189	108,20	38,00
151	0	107,86	0,00	303	0,0185	108,27	38,00
171	0,0137	108,11	38,00	304	0,0163	107,41	38,00
172	0,022	108,01	38,00	311	0,0155	108,85	38,00
173	0,0171	109,75	38,00	312	0,0082	108,84	38,00
181	0,0073	107,51	38,00	313	0,0089	107,86	38,00

En la Tabla 11 se presentan los datos de entrada de las tuberías. En ella se muestran los nodos inicial y final de cada tubería, así como su longitud.





Tabla 11: Datos de entrada de las tuberías.

Elemento	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Elemento	Nodo inicial	Nodo final	Longitud
			(m)				(m)
TU1	0	101	900,00	TU5	104	105	280,00
TU10	105	245	60,00	TU50	125	263	2,00
TU100	147	274	80,00	TU51	125	264	160,00
TU101	144	148	180,00	TU52	121	126	110,00
TU102	148	149	190,00	TU53	126	127	50,00
TU103	148	301	70,00	TU54	126	251	60,00
TU104	148	302	30,00	TU55	127	252	105,00
TU105	149	303	80,00	TU56	127	253	60,00
TU106	149	304	50,00	TU57	127	254	180,00
TU107	144	150	90,00	TU58	122	128	140,00
TU108	150	151	270,00	TU59	122	129	120,00
TU109	150	311	20,00	TU6	102	241	30,00
TU11	105	246	140,00	TU60	129	261	2,00
TU110	151	312	15,00	TU61	129	262	160,00
TU111	151	313	90,00	TU62	128	130	230,00
TU12	101	106	280,00	TU63	130	291	110,00
TU13	106	107	80,00	TU64	130	292	60,00
TU14	107	211	40,00	TU65	128	131	40,00
TU15	107	212	160,00	TU66	131	293	60,00
TU16	106	108	170,00	TU67	131	294	120,00
TU17	108	109	400,00	TU68	116	132	740,00
TU18	109	110	120,00	TU69	132	133	190,00
TU19	110	111	130,00	TU7	103	242	20,00
TU2	101	102	20,00	TU70	133	232	15,00
TU20	111	112	50,00	TU71	133	134	240,00
TU21	110	191	15,00	TU72	134	233	15,00
TU22	111	192	50,00	TU73	134	135	100,00
TU23	112	193	120,00	TU74	135	234	20,00
TU24	112	194	110,00	TU75	135	136	220,00
TU25	109	113	160,00	TU76	136	137	130,00
TU26	113	114	120,00	TU77	137	138	140,00
TU27	113	115	165,00	TU78	137	181	15,00
TU28	115	204	50,00	TU79	138	182	10,00
TU29	115	203	100,00	TU8	104	243	30,00
TU3	102	103	1.050,00	TU80	138	183	175,00
TU30	114	202	190,00	TU81	136	139	90,00
TU31	114	201	5,00	TU82	139	140	370,00
TU32	108	116	220,00	TU83	139	171	100,00
TU33	116	117	40,00	TU84	140	172	2,00
TU34	117	221	50,00	TU85	140	173	210,00
TU35	117	222	40,00	TU86	132	141	60,00
TU36	116	118	80,00	TU87	141	142	130,00
TU37	118	223	40,00	TU88	142	143	250,00



Tabla 11: Datos de entrada de las tuberías. (Continuación)

Elemento	Nodo inicial	Nodo final	Longitud (m)	Elemento	Nodo inicial	Nodo final	Longitud (m)
TU38	118	224	100,00	TU89	143	144	500,00
TU39	118	225	100,00	TU9	104	244	50,00
TU4	103	104	160,00	TU90	141	231	25,00
TU40	108	119	90,00	TU91	142	281	10,00
TU41	119	120	670,00	TU92	143	145	15,00
TU42	120	121	25,00	TU93	145	283	10,00
TU43	121	122	510,00	TU94	145	282	15,00
TU44	119	123	60,00	TU95	143	146	20,00
TU45	123	124	95,00	TU96	146	147	270,00
TU46	123	213	15,00	TU97	146	271	55,00
TU47	124	214	130,00	TU98	146	272	90,00
TU48	124	215	90,00	TU99	147	273	60,00
TU49	120	125	70,00				

El software DIOPCAL presenta una tabla de resultados (Tabla 12) donde muestra para cada línea (tubería) de la instalación sus nudos (inicial y final), el diámetro nominal de la tubería que ha dimensionado, la longitud de ésta, la velocidad a la que circulará el fluido por su interior, así como las presiones estática y dinámica y el coste del tramo de tubería según su base de datos.



Tabla 12: Resultados del dimensionado funcional a partir de caudales acumulados de línea.

LISTADO DE RESULTADOS TRAS EL PREDIMENSIONADO

Alimentación por gravedad

Cota lámina libre = 185,00

Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Diámetro Nominal (mm)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Coste tramo (euros)	Presión aguas abajo Est. (mca) Din.	
101	0	101	1000_(PRFV-10)	900	1,28	228.987,00	74,00	73,12
102	101	102	315_(PVC-8)	20	1,91	981,60	74,00	72,94
103	102	103	315_(PVC-8)	1.050	1,72	51.534,00	60,30	51,75
104	103	104	315_(PVC-8)	160	1,37	7.852,80	60,30	50,99
105	104	105	200_(PVC-8)	280	1,98	5.563,60	60,44	46,69
106	101	106	800_(PRFV-10)	280	1,75	50.792,00	76,04	74,52
107	106	107	140_(PVC-8)	80	1,89	786,40	76,04	72,74
108	106	108	800_(PRFV-10)	170	1,70	30.838,00	76,04	74,16
109	108	109	350_(PRFV-10)	400	1,45	24.040,00	76,18	72,60
110	109	110	250_(PVC-8)	120	1,76	3.710,40	76,05	71,30
111	110	111	200_(PVC-8)	130	1,99	2.583,10	75,10	68,27
112	111	112	180_(PVC-8)	50	1,70	802,00	72,04	64,52
113	109	113	250_(PVC-8)	160	1,59	4.947,20	76,15	71,27
114	113	114	140_(PVC-8)	120	1,83	1.179,60	76,51	69,10
115	113	115	180_(PVC-8)	165	1,96	2.646,60	76,15	68,36
116	108	116	600_(PRFV-10)	220	1,56	25.053,60	77,92	75,48
117	116	117	140_(PVC-8)	40	1,72	393,20	77,92	74,73
118	116	118	250_(PVC-8)	80	1,32	2.473,60	76,04	73,13
119	108	119	450_(PRFV-10)	90	1,72	7.581,60	76,04	73,77
120	119	120	400_(PRFV-10)	670	1,74	48.655,40	77,72	72,10
121	120	121	350_(PRFV-10)	25	1,90	1.502,50	77,72	71,93
122	121	122	315_(PVC-8)	510	1,60	25.030,80	77,10	68,09
123	119	123	250_(PVC-8)	60	1,34	1.855,20	76,04	73,41
124	123	124	180_(PVC-8)	95	1,96	1.523,80	74,72	70,43
125	120	125	180_(PVC-8)	70	1,63	1.122,80	76,52	70,02
126	121	126	250_(PVC-8)	110	1,82	3.401,20	77,72	70,78
127	126	127	250_(PVC-8)	50	1,39	1.546,00	77,34	70,09
128	122	128	250_(PVC-8)	140	1,43	4.328,80	77,47	67,51
129	122	129	200_(PVC-8)	120	1,74	2.384,40	77,52	67,00
130	128	130	200_(PVC-8)	230	0,92	4.570,10	64,71	53,85
131	128	131	180_(PVC-8)	40	1,63	641,60	77,47	67,01
132	116	132	500_(PRFV-10)	740	1,85	68.383,41	78,33	72,68
133	132	133	315_(PVC-8)	190	1,80	9.325,20	77,28	70,16
134	133	134	315_(PVC-8)	240	1,37	11.779,20	77,01	68,74
135	134	135	250_(PVC-8)	100	1,91	3.092,00	75,24	65,83
136	135	136	250_(PVC-8)	220	1,54	6.802,40	75,24	64,15
137	136	137	140_(PVC-8)	130	1,87	1.277,90	77,49	63,57
138	137	138	125_(PVC-8)	140	1,64	1.092,00	76,75	60,07
139	136	139	180_(PVC-8)	90	1,84	1.443,60	76,89	64,39
140	139	140	160_(PVC-8)	370	1,53	4.765,60	76,99	59,71
141	132	141	400_(PRFV-10)	60	1,94	4.357,20	76,30	70,28
142	141	142	400_(PRFV-10)	130	1,80	9.440,60	76,91	70,20
143	142	143	400_(PRFV-10)	250	1,66	18.155,00	77,21	69,34
144	143	144	315_(PVC-8)	500	1,62	24.540,00	76,80	65,72
145	143	145	140_(PVC-8)	15	1,64	147,45	77,68	69,56
146	143	146	250_(PVC-8)	20	1,91	618,40	77,21	69,11
147	146	147	180_(PVC-8)	270	1,81	4.330,80	75,84	63,64
148	144	148	250_(PVC-8)	180	1,79	5.565,60	76,80	63,89
149	148	149	180_(PVC-8)	190	1,60	3.047,60	76,73	61,49
150	144	150	160_(PVC-8)	90	1,90	1.159,20	76,18	63,37
151	150	151	125_(PVC-8)	270	1,64	2.106,00	77,14	59,03
171	139	171	110_(PVC-8)	100	1,69	606,00	76,89	61,97
172	140	172	90_(PVC-8)	2	1,69	10,52	76,99	59,65
173	140	173	140_(PVC-8)	210	1,31	2.064,30	75,25	55,57
181	137	181	90_(PVC-8)	15	1,38	78,90	77,49	63,24
182	138	182	90_(PVC-8)	10	1,34	52,60	76,75	59,86
183	138	183	90_(PVC-8)	175	1,88	920,50	75,33	52,07
191	110	191	125_(PVC-8)	15	1,92	117,00	76,15	71,01
192	111	192	125_(PVC-8)	50	1,57	390,00	75,78	68,04



Tabla 12: Resultados del dimensionado funcional a partir de caudales acumulados de línea. (Continuación)

			Dimensionado	caudales	acumulados	qfc	1.2 prfvyb.txt		
193	112	193	140_(PVC-8)	120	1,74	1.179,60	72,04	62,22	
194	112	194	110_(PVC-8)	110	1,75	666,60	68,35	58,01	
201	114	201	110_(PVC-8)	5	1,39	30,30	75,54	68,05	
202	114	202	110_(PVC-8)	190	1,57	1.151,40	78,33	66,89	
203	115	203	140_(PVC-8)	100	1,65	983,00	76,15	66,63	
204	115	204	125_(PVC-8)	50	2,00	390,00	76,15	66,96	
211	107	211	125_(PVC-8)	40	1,63	312,00	76,04	71,96	
212	107	212	90_(PVC-8)	160	1,46	841,60	76,04	68,89	
213	123	213	110_(PVC-8)	15	1,69	90,90	76,04	73,05	
214	124	214	140_(PVC-8)	130	1,99	1.277,90	72,68	65,20	
215	124	215	125_(PVC-8)	90	1,56	702,00	74,80	68,89	
221	117	221	110_(PVC-8)	50	1,54	303,00	76,04	71,82	
222	117	222	90_(PVC-8)	40	1,88	210,40	76,04	71,33	
223	118	223	110_(PVC-8)	40	1,40	242,40	76,04	72,44	
224	118	224	125_(PVC-8)	100	1,74	780,00	76,04	70,93	
225	118	225	140_(PVC-8)	100	1,95	983,00	76,04	70,79	
231	141	231	125_(PVC-8)	25	1,72	195,00	76,30	69,75	
232	133	232	160_(PVC-8)	15	1,65	193,20	77,28	69,93	
233	134	233	110_(PVC-8)	15	1,40	90,90	77,01	68,48	
234	135	234	110_(PVC-8)	20	1,93	121,20	75,24	65,22	
241	102	241	110_(PVC-8)	30	1,60	181,80	73,37	71,65	
242	103	242	140_(PVC-8)	20	1,75	196,60	60,30	51,36	
243	104	243	110_(PVC-8)	30	1,85	181,80	61,00	50,83	
244	104	244	140_(PVC-8)	50	1,75	491,50	61,00	50,72	
245	105	245	140_(PVC-8)	60	1,91	589,80	61,00	45,90	
246	105	246	180_(PVC-8)	140	1,29	2.245,60	58,00	43,10	
251	126	251	125_(PVC-8)	60	1,73	468,00	77,51	69,27	
252	127	252	125_(PVC-8)	105	1,92	819,00	76,34	66,35	
253	127	253	125_(PVC-8)	60	1,83	468,00	77,34	68,65	
254	127	254	125_(PVC-8)	180	1,80	1.404,00	74,56	63,10	
261	129	261	160_(PVC-8)	2	1,68	25,76	77,52	66,97	
262	129	262	125_(PVC-8)	160	1,71	1.248,00	77,47	63,56	
263	125	263	125_(PVC-8)	2	1,80	15,60	76,52	69,97	
264	125	264	125_(PVC-8)	160	1,58	1.248,00	76,52	67,05	
271	146	271	110_(PVC-8)	55	1,78	333,30	77,21	67,65	
272	146	272	160_(PVC-8)	90	1,54	1.159,20	78,34	69,06	
273	147	273	125_(PVC-8)	60	1,90	468,00	76,35	62,61	
274	147	274	125_(PVC-8)	80	1,85	624,00	75,84	61,68	
281	142	281	125_(PVC-8)	10	1,63	78,00	76,91	70,00	
282	145	282	110_(PVC-8)	15	1,85	90,90	77,68	69,13	
283	145	283	90_(PVC-8)	10	1,21	52,60	77,68	69,38	
291	130	291	160_(PVC-8)	110	0,56	1.416,80	62,11	51,02	
292	130	292	110_(PVC-8)	60	1,85	363,60	64,71	52,14	
293	131	293	110_(PVC-8)	60	1,98	363,60	77,47	65,07	
294	131	294	125_(PVC-8)	120	1,85	936,00	77,47	64,06	
301	148	301	140_(PVC-8)	70	1,63	688,10	76,80	62,70	
302	148	302	125_(PVC-8)	30	1,81	234,00	76,80	63,18	
303	149	303	140_(PVC-8)	80	1,41	786,40	76,73	60,44	
304	149	304	125_(PVC-8)	50	1,56	390,00	77,59	61,46	
311	150	311	110_(PVC-8)	20	1,91	121,20	76,15	62,74	
312	151	312	90_(PVC-8)	15	1,53	78,90	76,16	57,66	
313	151	313	90_(PVC-8)	90	1,67	473,40	77,14	56,27	

Pmin de la red (Dinámica) = 43,10 m (Nudo: 246)

Pmax de la red (Estática) = 78,34 m (Nudo: 272)

caudal de inyección en cabecera = 1,01 m<sup>3</sup>/s

El software DIOPCAL presenta también un desglose económico del dimensionado que se muestra en la Tabla 13 y donde saca un resumen de todos los tipos de tuberías empleados, la longitud de cada tipo y su coste unitario y total. También presenta el coste total de las tuberías de la instalación y su amortización anual si se financiaran las tuberías a 20 años y un interés T.A.E. del préstamo al 5% anual.

## 2. ANEXOS



Tabla 13: Desglose económico del dimensionado.

DESGLOSE ECONOMICO					
---- TUBERIAS ----					
Material	P. Trab. (mca)	Diámetro (mm)	Coste UNITARIO (euros/m.l.)	Longitud TOTAL (m)	Coste TOTAL (euros)
POLIESTER	100,0	1000_(PRFV-10)	254,43	900	228.987,00
		800_(PRFV-10)	181,40	450	81.630,00
		350_(PRFV-10)	60,10	425	25.542,50
		600_(PRFV-10)	113,88	220	25.053,60
		450_(PRFV-10)	84,24	90	7.581,60
		400_(PRFV-10)	72,62	1.110	80.608,20
		500_(PRFV-10)	92,41	740	68.383,41
PVC	80,0	315_(PVC-8)	49,08	2.670	131.043,60
		200_(PVC-8)	19,87	760	15.101,20
		110_(PVC-8)	6,06	815	4.938,90
		140_(PVC-8)	9,83	1.325	13.024,75
		180_(PVC-8)	16,04	1.110	17.804,40
		125_(PVC-8)	7,80	1.857	14.484,60
		90_(PVC-8)	5,26	517	2.719,42
		250_(PVC-8)	30,92	1.240	38.340,80
		160_(PVC-8)	12,88	677	8.719,76
COSTE TOTAL de las TUBERIAS_____					763.963,74 euros
AMORTIZACION anual TUBERIAS_____					61.302,43 euros
COSTE TOTAL del sistema al año_____					61.302,43 euros

### 2.2.7.2.- Dimensionado óptimo económico.

Se trata de evitar el sobredimensionado de la red usando algún método estadístico que permita eliminar todas aquellas combinaciones de consumo de muy pequeña probabilidad de ocurrencia. Es muy poco probable que todos los hidrantes de consumo estén abiertos y consumiendo al 100% por diferentes causas: terrenos no cultivados, diferencia de horarios de riego, cultivos jóvenes o variedades ya recolectadas que necesitan poca agua, etc. El programa DIOPCAL permite dimensionar la red utilizando la fórmula estadística de Réne Clément:

$$Q = \sum di \cdot pi + U \sqrt{\sum di \cdot pi \cdot (pi - di \cdot pi)}$$

Ec. 2.4



Donde:

- Q      m<sup>3</sup>/s    Caudal de diseño de la tubería que abastece los hidrantes de las parcelas  $i$ .
- $d_i$       m<sup>3</sup>/s    Dotación de cada parcela  $i$ .
- $p_i$                       Probabilidad de que la parcela  $i$  este regando.
- U                      Coeficiente variable en función de la garantía de suministro establecida.
- Se establece una garantía de suministro del 95%.

La probabilidad de apertura de un hidrante  $p_i$  se define como el cociente entre el tiempo que el hidrante debe estar abierto,  $t$ , respecto al tiempo efectivamente disponible para regar,  $T_r$ . En este caso se considerará dicha probabilidad para un día en temporada de máximo consumo para garantizar que la probabilidad no sea muy baja, lo que conduciría a un dimensionado de tubos que resultarían pequeños para periodos de alta demanda. En otros casos ésta probabilidad puede ser calculada a nivel de campaña de riego o a niveles mensuales, dando probabilidades de apertura mucho mas bajas.

$$p_i = \frac{t}{T_r} = \frac{6h}{15h} = 0,4$$

#### Ec. 2.5

Siendo:

- $p_i$                       Probabilidad de que el hidrante este abierto.
- $t$       h      Tiempo que el hidrante debe estar abierto para recibir el volumen de agua que requiere la parcela. 6h
- $T_r$       h      Tiempo que dura una jornada de riego. 15h.

Los tiempos han sido definidos en el apartado 4.2 del presente anexo.

**2.2.7.2.1.- Dimensionado por el método Clément con garantía de suministro global.**

Para cada una de las tuberías se calculan los caudales de Clément, para lo que es necesario introducir en cada hidrante el caudal ficticio continuo (1,2 l/s·ha) y la probabilidad de que cada hidrante este abierto (0,4), a parte de los datos introducidos anteriormente (Tabla 1). Se establece también una garantía de suministro del 95% para el global de la red por el método anteriormente citado obteniendo con el programa GESTAR 1.5 los siguientes caudales de Clément (Tabla 14).



Tabla 14: Caudales de Clément, para una garantía de suministro del 95%.

<b>Tubo</b>	<b>Q Acumulado</b>	<b>Q Clément</b>	<b>Q Diseño</b>	<b>Hidrantes aguas abajo</b>	<b>Superficie aguas abajo</b>
	<b>(m3/s)</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>(m3/s)</b>		<b>(ha)</b>
TU1	1,0072	0,5139	0,5139	60	336,90
TU2	0,1270	0,0939	0,0939	6	42,43
TU3	0,1140	0,0873	0,0873	5	38,02
TU4	0,0910	0,0736	0,0736	4	30,19
TU5	0,0530	0,0513	0,0513	2	17,61
TU6	0,0130	0,0158	0,0130	1	4,41
TU7	0,0230	0,0279	0,0230	1	7,83
TU8	0,0150	0,0180	0,0150	1	4,98
TU9	0,0230	0,0276	0,0230	1	7,60
TU10	0,0250	0,0301	0,0250	1	8,32
TU11	0,0280	0,0336	0,0280	1	9,29
TU12	0,8802	0,4542	0,4542	54	294,47
TU13	0,0248	0,0245	0,0245	2	7,96
TU14	0,0170	0,0200	0,0170	1	5,36
TU15	0,0078	0,0094	0,0078	1	2,60
TU16	0,8554	0,4436	0,4436	52	286,51
TU17	0,1400	0,0955	0,0955	8	45,74
TU18	0,0735	0,0581	0,0581	4	23,63
TU19	0,0534	0,0453	0,0453	3	16,96
TU20	0,0370	0,0350	0,0350	2	11,48
TU21	0,0201	0,0241	0,0201	1	6,67
TU22	0,0164	0,0198	0,0164	1	5,48
TU23	0,0228	0,0260	0,0228	1	6,76
TU24	0,0142	0,0170	0,0142	1	4,72
TU25	0,0665	0,0543	0,0543	4	22,11
TU26	0,0240	0,0232	0,0232	2	7,95
TU27	0,0425	0,0411	0,0411	2	14,16
TU28	0,0209	0,0251	0,0209	1	6,96
TU29	0,0216	0,0260	0,0216	1	7,20
TU30	0,0127	0,0153	0,0127	1	4,24
TU31	0,0113	0,0135	0,0113	1	3,71
TU32	0,4412	0,2503	0,2503	29	150,38
TU33	0,0225	0,0219	0,0219	2	7,51
TU34	0,0125	0,0150	0,0125	1	4,16
TU35	0,0101	0,0121	0,0101	1	3,35
TU36	0,0551	0,0488	0,0488	3	18,37
TU37	0,0114	0,0137	0,0114	1	3,79
TU38	0,0182	0,0219	0,0182	1	6,07
TU39	0,0255	0,0307	0,0255	1	8,51
TU40	0,2742	0,1669	0,1669	15	90,39
TU41	0,2181	0,1378	0,1378	12	71,68
TU42	0,1827	0,1195	0,1195	10	59,88
TU43	0,1066	0,0794	0,0794	6	35,52





Tabla 14: Caudales de Clément, para una garantía de suministro del 95%.  
(Continuación)

Tubo	Q Acumulado (m3/s)	Q Clément (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Hidrantes aguas abajo	Superficie aguas abajo (ha)
TU44	0,0561	0,0495	0,0495	3	18,71
TU45	0,0424	0,0417	0,0417	2	14,15
TU46	0,0137	0,0165	0,0137	1	4,56
TU47	0,0262	0,0315	0,0262	1	8,72
TU48	0,0163	0,0196	0,0163	1	5,43
TU49	0,0354	0,0343	0,0343	2	11,80
TU50	0,0189	0,0227	0,0189	1	6,28
TU51	0,0166	0,0199	0,0166	1	5,52
TU53	0,0580	0,0501	0,0501	3	19,33
TU52	0,0761	0,0596	0,0596	4	24,36
TU54	0,0181	0,0200	0,0181	1	5,03
TU55	0,0200	0,0241	0,0200	1	6,68
TU56	0,0191	0,0230	0,0191	1	6,37
TU57	0,0188	0,0227	0,0188	1	6,28
TU58	0,0600	0,0487	0,0487	4	19,98
TU60	0,0288	0,0346	0,0288	1	9,59
TU61	0,0179	0,0215	0,0179	1	5,95
TU59	0,0466	0,0459	0,0459	2	15,54
TU62	0,0245	0,0241	0,0241	2	8,17
TU63	0,0095	0,0115	0,0095	1	3,17
TU64	0,0150	0,0181	0,0150	1	5,00
TU65	0,0354	0,0344	0,0344	2	11,81
TU66	0,0160	0,0193	0,0160	1	5,35
TU67	0,0194	0,0233	0,0194	1	6,46
TU68	0,3636	0,2127	0,2127	24	124,50
TU69	0,1195	0,0862	0,0862	9	43,14
TU70	0,0282	0,0339	0,0282	1	9,40
TU71	0,0913	0,0664	0,0664	8	33,74
TU72	0,0114	0,0137	0,0114	1	3,79
TU73	0,0799	0,0602	0,0602	7	29,95
TU74	0,0156	0,0188	0,0156	1	5,20
TU75	0,0643	0,0505	0,0505	6	24,75
TU76	0,0245	0,0194	0,0194	3	7,05
TU77	0,0171	0,0148	0,0148	2	4,60
TU78	0,0073	0,0088	0,0073	1	2,45
TU79	0,0071	0,0086	0,0071	1	2,38
TU80	0,0100	0,0099	0,0100	1	2,22
TU81	0,0398	0,0389	0,0389	3	17,70
TU82	0,0261	0,0296	0,0261	2	13,14
TU83	0,0137	0,0165	0,0137	1	4,56
TU84	0,0090	0,0102	0,0090	1	7,43
TU85	0,0171	0,0206	0,0171	1	5,71



Tabla 14: Caudales de Clément, para una garantía de suministro del 95%.  
(Continuación)

<b>Tubo</b>	<b>Q Acumulado</b>	<b>Q Clément</b>	<b>Q Diseño</b>	<b>Hidrantes aguas abajo</b>	<b>Superficie aguas abajo</b>
	<b>(m3/s)</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>(m3/s)</b>		<b>(ha)</b>
TU86	0,2441	0,1507	0,1507	15	81,36
TU87	0,2262	0,1415	0,1415	14	75,37
TU88	0,2091	0,1328	0,1328	13	69,68
TU89	0,1076	0,0772	0,0772	7	35,88
TU90	0,0180	0,0216	0,0180	1	5,99
TU91	0,0171	0,0205	0,0171	1	5,69
TU92	0,0214	0,0217	0,0214	2	7,14
TU93	0,0065	0,0078	0,0065	1	2,15
TU94	0,0150	0,0180	0,0150	1	4,99
TU95	0,0800	0,0648	0,0648	4	26,66
TU96	0,0392	0,0379	0,0379	2	13,06
TU97	0,0144	0,0174	0,0144	1	4,81
TU98	0,0264	0,0317	0,0264	1	8,79
TU99	0,0199	0,0239	0,0199	1	6,62
TU100	0,0193	0,0233	0,0193	1	6,44
TU101	0,0751	0,0603	0,0603	4	25,02
TU102	0,0348	0,0337	0,0337	2	11,59
TU103	0,0214	0,0257	0,0214	1	7,12
TU104	0,0189	0,0228	0,0189	1	6,31
TU105	0,0185	0,0222	0,0185	1	6,16
TU106	0,0163	0,0196	0,0163	1	5,43
TU107	0,0326	0,0288	0,0288	3	10,86
TU108	0,0171	0,0166	0,0166	2	5,71
TU109	0,0155	0,0186	0,0155	1	5,15
TU110	0,0082	0,0098	0,0082	1	2,73
TU111	0,0089	0,0108	0,0089	1	2,98

A partir de estos caudales de diseño se realiza el predimensionado con el programa DIOPCAL que presenta los siguientes resultados (Tabla 15 y 16). El formato de estas tablas es el mismo que se ha explicado para las Tablas 12 y 13.



Tabla 15: Resultados del dimensionado por el método de Clément para una garantía de suministro global del 95%.

LISTADO DE RESULTADOS TRAS EL PREDIMENSIONADO

Alimentación por gravedad

Cota lámina libre = 185,00

Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Diámetro Nominal (mm)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Coste tramo (euros)	Presión aguas abajo Est. (mca)	Din.
101	0	101	600_(PRFV-10)	900	1,82	102.492,00	74,00	70,96
102	101	102	315_(PVC-8)	20	1,41	981,60	74,00	70,86
103	102	103	315_(PVC-8)	1.050	1,31	51.534,00	60,30	52,54
104	103	104	250_(PVC-8)	160	1,76	4.947,20	60,30	50,97
105	104	105	200_(PVC-8)	280	1,92	5.563,60	60,44	46,94
106	101	106	600_(PRFV-10)	280	1,61	31.886,40	76,04	72,24
107	106	107	140_(PVC-8)	80	1,86	786,40	76,04	70,50
108	106	108	600_(PRFV-10)	170	1,57	19.359,60	76,04	71,80
109	108	109	315_(PVC-8)	400	1,44	19.632,00	76,18	69,87
110	109	110	250_(PVC-8)	120	1,39	3.710,40	76,05	68,98
111	110	111	200_(PVC-8)	130	1,69	2.583,10	75,10	66,47
112	111	112	180_(PVC-8)	50	1,61	802,00	72,04	62,80
113	109	113	250_(PVC-8)	160	1,30	4.947,20	76,15	68,94
114	113	114	140_(PVC-8)	120	1,77	1.179,60	76,51	66,93
115	113	115	180_(PVC-8)	165	1,90	2.646,60	76,15	66,20
116	108	116	400_(PRFV-10)	220	1,99	15.976,40	77,92	72,27
117	116	117	140_(PVC-8)	40	1,67	393,20	77,92	71,56
118	116	118	200_(PVC-8)	80	1,82	1.589,60	76,04	69,29
119	108	119	350_(PRFV-10)	90	1,73	5.409,00	76,04	71,28
120	119	120	350_(PRFV-10)	670	1,43	40.267,00	77,72	70,19
121	120	121	315_(PVC-8)	25	1,80	1.227,00	77,72	70,00
122	121	122	250_(PVC-8)	510	1,90	15.769,20	77,10	63,64
123	119	123	200_(PVC-8)	60	1,85	1.192,20	76,04	70,44
124	123	124	180_(PVC-8)	95	1,92	1.523,80	74,72	67,50
125	120	125	180_(PVC-8)	70	1,58	1.122,80	76,52	68,16
126	121	126	250_(PVC-8)	110	1,42	3.401,20	77,72	69,26
127	126	127	200_(PVC-8)	50	1,87	993,50	77,34	68,17
128	122	128	200_(PVC-8)	140	1,82	2.781,80	77,47	62,10
129	122	129	200_(PVC-8)	120	1,71	2.384,40	77,52	62,59
130	128	130	200_(PVC-8)	230	0,90	4.570,10	64,71	48,47
131	128	131	180_(PVC-8)	40	1,59	641,60	77,47	61,62
132	116	132	400_(PRFV-10)	740	1,69	53.738,80	78,33	69,14
133	132	133	315_(PVC-8)	190	1,30	9.325,20	77,28	67,28
134	133	134	250_(PVC-8)	240	1,59	7.420,80	77,01	65,05
135	134	135	250_(PVC-8)	100	1,44	3.092,00	75,24	62,60
136	135	136	200_(PVC-8)	220	1,89	4.371,40	75,24	59,41
137	136	137	125_(PVC-8)	130	1,86	1.014,00	77,49	58,45
138	137	138	110_(PVC-8)	140	1,82	848,40	76,75	53,82
139	136	139	200_(PVC-8)	90	1,45	1.788,30	76,89	60,24
140	139	140	180_(PVC-8)	370	1,20	5.934,80	76,99	57,64
141	132	141	350_(PRFV-10)	60	1,57	3.606,00	76,30	66,82
142	141	142	350_(PRFV-10)	130	1,47	7.813,00	76,91	66,87
143	142	143	315_(PVC-8)	250	2,00	12.270,00	77,21	64,82
144	143	144	250_(PVC-8)	500	1,85	15.460,00	76,80	59,06
145	143	145	140_(PVC-8)	15	1,64	147,45	77,68	65,03
146	143	146	250_(PVC-8)	20	1,55	618,40	77,21	64,66
147	146	147	180_(PVC-8)	270	1,75	4.330,80	75,84	59,42
148	144	148	250_(PVC-8)	180	1,44	5.565,60	76,80	57,83
149	148	149	160_(PVC-8)	190	1,97	2.447,20	76,73	53,87
150	144	150	160_(PVC-8)	90	1,68	1.159,20	76,18	57,05
151	150	151	125_(PVC-8)	270	1,59	2.106,00	77,14	53,00
171	139	171	110_(PVC-8)	100	1,69	606,00	76,89	57,83
172	140	172	90_(PVC-8)	2	1,69	10,52	76,99	57,58
173	140	173	160_(PVC-8)	210	1,00	2.704,80	75,25	54,63
181	137	181	90_(PVC-8)	15	1,38	78,90	77,49	58,13
182	138	182	90_(PVC-8)	10	1,34	52,60	76,75	53,62
183	138	183	90_(PVC-8)	175	1,88	920,50	75,33	45,83
191	110	191	125_(PVC-8)	15	1,92	117,00	76,15	68,68
192	111	192	125_(PVC-8)	50	1,57	390,00	75,78	66,25



Tabla 15: Resultados del dimensionado por el método de Clément para una garantía de suministro global del 95%. (Continuación)

193	112	193	140_ (PVC-8)	120	1,74	1.179,60	72,04	60,50
194	112	194	110_ (PVC-8)	110	1,75	666,60	68,35	56,28
201	114	201	110_ (PVC-8)	5	1,39	30,30	75,54	65,87
202	114	202	110_ (PVC-8)	190	1,57	1.151,40	78,33	64,72
203	115	203	140_ (PVC-8)	100	1,65	983,00	76,15	64,46
204	115	204	125_ (PVC-8)	50	2,00	390,00	76,15	64,80
211	107	211	125_ (PVC-8)	40	1,63	312,00	76,04	69,73
212	107	212	90_ (PVC-8)	160	1,46	841,60	76,04	66,66
213	123	213	110_ (PVC-8)	15	1,69	90,90	76,04	70,07
214	124	214	140_ (PVC-8)	130	1,99	1.277,90	72,68	62,27
215	124	215	125_ (PVC-8)	90	1,56	702,00	74,80	65,96
221	117	221	110_ (PVC-8)	50	1,54	303,00	76,04	68,65
222	117	222	90_ (PVC-8)	40	1,88	210,40	76,04	68,16
223	118	223	110_ (PVC-8)	40	1,40	242,40	76,04	68,60
224	118	224	125_ (PVC-8)	100	1,74	780,00	76,04	67,10
225	118	225	140_ (PVC-8)	100	1,95	983,00	76,04	66,95
231	141	231	125_ (PVC-8)	25	1,72	195,00	76,30	66,29
232	133	232	160_ (PVC-8)	15	1,65	193,20	77,28	67,06
233	134	233	110_ (PVC-8)	15	1,40	90,90	77,01	64,79
234	135	234	110_ (PVC-8)	20	1,93	121,20	75,24	61,99
241	102	241	110_ (PVC-8)	30	1,60	181,80	73,37	69,57
242	103	242	140_ (PVC-8)	20	1,75	196,60	60,30	52,15
243	104	243	110_ (PVC-8)	30	1,85	181,80	61,00	50,82
244	104	244	140_ (PVC-8)	50	1,75	491,50	61,00	50,70
245	105	245	140_ (PVC-8)	60	1,91	589,80	61,00	46,14
246	105	246	180_ (PVC-8)	140	1,29	2.245,60	58,00	43,34
251	126	251	125_ (PVC-8)	60	1,73	468,00	77,51	67,75
252	127	252	125_ (PVC-8)	105	1,92	819,00	76,34	64,43
253	127	253	125_ (PVC-8)	60	1,83	468,00	77,34	66,73
254	127	254	125_ (PVC-8)	180	1,80	1.404,00	74,56	61,19
261	129	261	160_ (PVC-8)	2	1,68	25,76	77,52	62,56
262	129	262	125_ (PVC-8)	160	1,71	1.248,00	77,47	59,15
263	125	263	125_ (PVC-8)	2	1,80	15,60	76,52	68,11
264	125	264	125_ (PVC-8)	160	1,58	1.248,00	76,52	65,19
271	146	271	110_ (PVC-8)	55	1,78	333,30	77,21	63,20
272	146	272	160_ (PVC-8)	90	1,54	1.159,20	78,34	64,61
273	147	273	125_ (PVC-8)	60	1,90	468,00	76,35	58,39
274	147	274	125_ (PVC-8)	80	1,85	624,00	75,84	57,46
281	142	281	125_ (PVC-8)	10	1,63	78,00	76,91	66,67
282	145	282	110_ (PVC-8)	15	1,85	90,90	77,68	64,60
283	145	283	90_ (PVC-8)	10	1,21	52,60	77,68	64,86
291	130	291	140_ (PVC-8)	110	0,73	1.081,30	62,11	45,43
292	130	292	110_ (PVC-8)	60	1,85	363,60	64,71	46,75
293	131	293	110_ (PVC-8)	60	1,98	363,60	77,47	59,69
294	131	294	125_ (PVC-8)	120	1,85	936,00	77,47	58,67
301	148	301	140_ (PVC-8)	70	1,63	688,10	76,80	56,63
302	148	302	125_ (PVC-8)	30	1,81	234,00	76,80	57,12
303	149	303	140_ (PVC-8)	80	1,41	786,40	76,73	52,82
304	149	304	125_ (PVC-8)	50	1,56	390,00	77,59	53,83
311	150	311	110_ (PVC-8)	20	1,91	121,20	76,15	56,42
312	151	312	90_ (PVC-8)	15	1,53	78,90	76,16	51,63
313	151	313	90_ (PVC-8)	90	1,67	473,40	77,14	50,24

P<sub>min</sub> de la red (Dinámica) = 43,34 m (Nudo: 246)

P<sub>max</sub> de la red (Estática) = 78,34 m (Nudo: 272)

caudal de inyección en cabecera = 0,51 m<sup>3</sup>/s



Tabla 16: Desglose económico del dimensionado.

DESGLOSE ECONOMICO					
----- TUBERIAS -----					
Material	P. Trab. (mca)	Diámetro (mm)	Coste UNITARIO (euros/m.l.)	Longitud TOTAL (m)	Coste TOTAL (euros)
-----	-----	-----	-----	-----	-----
POLIESTER	100,0	600_(PRFV-10)	113,88	1.350	153.738,00
PVC	80,0	400_(PRFV-10)	72,62	960	69.715,20
		350_(PRFV-10)	60,10	950	57.095,00
		315_(PVC-8)	49,08	1.935	94.969,80
		250_(PVC-8)	30,92	2.100	64.932,00
		200_(PVC-8)	19,87	1.400	27.818,00
		110_(PVC-8)	6,06	955	5.787,30
		140_(PVC-8)	9,83	1.095	10.763,85
		180_(PVC-8)	16,04	1.200	19.248,00
		125_(PVC-8)	7,80	1.847	14.406,60
		90_(PVC-8)	5,26	517	2.719,42
		160_(PVC-8)	12,88	597	7.689,36
COSTE TOTAL de las TUBERIAS_____					528.882,53 euros
AMORTIZACION anual TUBERIAS_____					42.438,90 euros
COSTE TOTAL del sistema al año_____					42.438,90 euros

### 2.27.2.2.- Dimensionado por el método Clément con garantía de suministro selectiva.

Se establece la probabilidad de que los caudales circulantes no superen a los de diseño en función del número de hidrantes aguas abajo en cada tramo. En el método anterior se tiene una garantía de suministro del 95% para el global de la red y con este método se tiene una garantía de suministro aparte de la global, del 95% entre los 6 últimos hidrantes aguas abajo de un tramo de tubería.

La fórmula de Clément establece un caudal de diseño para la tuberías que tienen mas de un hidrante aguas abajo menor al que circularía si estuvieran todos estos hidrantes abiertos. Esto hace que si estos hidrantes se abrieran de vez, la tubería diseñada se quedaría pequeña, lo cual haría aumentar las pérdidas de carga y con la consecuente disminución de presión en el hidrante. Lo que se hace con éste método selectivo, es una combinación de los dos métodos de dimensionado de red vistos anteriormente, igualando los caudales de diseño a los caudales reales circulantes si estuvieran todos los hidrantes abiertos hasta las tuberías que tienen mas de 5 hidrantes



aguas abajo, donde se empiezan a establecer caudales por la fórmula de Clément con una garantía de suministro del 95%.

Con el programa GESTAR 1.5 obtenemos los siguientes caudales de diseño por tubería que muestra la Tabla 17.

Tabla 17: Caudales de Clément, para una garantía de suministro selectiva.

<b>Tubo</b>	<b>Q Acumulado (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q Clément (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q Diseño (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Hidrantes aguas abajo</b>	<b>Superficie aguas abajo (ha)</b>
TU1	1,0202	0,5153	0,5153	60	336,90
TU2	0,1270	0,0939	0,1140	6	42,43
TU3	0,1140	0,0873	0,1140	5	38,02
TU4	0,0910	0,0736	0,0910	4	30,19
TU5	0,0530	0,0513	0,0530	2	17,61
TU6	0,0130	0,0158	0,0130	1	4,41
TU7	0,0230	0,0279	0,0230	1	7,83
TU8	0,0150	0,0180	0,0150	1	4,98
TU9	0,0230	0,0276	0,0230	1	7,60
TU10	0,0250	0,0301	0,0250	1	8,32
TU11	0,0280	0,0336	0,0280	1	9,29
TU12	0,8932	0,4558	0,4558	54	294,47
TU13	0,0248	0,0245	0,0248	2	7,96
TU14	0,0170	0,0200	0,0170	1	5,36
TU15	0,0078	0,0094	0,0078	1	2,60
TU16	0,8684	0,4451	0,4451	52	286,51
TU17	0,1400	0,0955	0,0955	8	45,74
TU18	0,0735	0,0581	0,0735	4	23,63
TU19	0,0534	0,0453	0,0534	3	16,96
TU20	0,0370	0,0350	0,0370	2	11,48
TU21	0,0201	0,0241	0,0201	1	6,67
TU22	0,0164	0,0198	0,0164	1	5,48
TU23	0,0228	0,0260	0,0228	1	6,76
TU24	0,0142	0,0170	0,0142	1	4,72
TU25	0,0665	0,0543	0,0665	4	22,11
TU26	0,0240	0,0232	0,0240	2	7,95
TU27	0,0425	0,0411	0,0425	2	14,16
TU28	0,0209	0,0251	0,0209	1	6,96
TU29	0,0216	0,0260	0,0216	1	7,20
TU30	0,0127	0,0153	0,0127	1	4,24
TU31	0,0113	0,0135	0,0113	1	3,71
TU32	0,4542	0,2525	0,2525	29	150,38
TU33	0,0225	0,0219	0,0225	2	7,51
TU34	0,0125	0,0150	0,0125	1	4,16
TU35	0,0101	0,0121	0,0101	1	3,35



Tabla 17: Caudales de Clément, para una garantía de suministro selectiva. (Cont.)

TU36	0,0551	0,0488	0,0551	3	18,37
TU37	0,0114	0,0137	0,0114	1	3,79
TU38	0,0182	0,0219	0,0182	1	6,07
TU39	0,0255	0,0307	0,0255	1	8,51
TU40	0,2742	0,1669	0,1669	15	90,39
TU41	0,2181	0,1378	0,1378	12	71,68
TU42	0,1827	0,1195	0,1195	10	59,88
TU43	0,1066	0,0794	0,0794	6	35,52
TU44	0,0561	0,0495	0,0561	3	18,71
TU45	0,0424	0,0417	0,0424	2	14,15
TU46	0,0137	0,0165	0,0137	1	4,56
TU47	0,0262	0,0315	0,0262	1	8,72
TU48	0,0163	0,0196	0,0163	1	5,43
TU49	0,0354	0,0343	0,0354	2	11,80
TU50	0,0189	0,0227	0,0189	1	6,28
TU51	0,0166	0,0199	0,0166	1	5,52
TU53	0,0580	0,0501	0,0580	3	19,33
TU52	0,0761	0,0596	0,0761	4	24,36
TU54	0,0181	0,0200	0,0181	1	5,03
TU55	0,0200	0,0241	0,0200	1	6,68
TU56	0,0191	0,0230	0,0191	1	6,37
TU57	0,0188	0,0227	0,0188	1	6,28
TU58	0,0600	0,0487	0,0600	4	19,98
TU60	0,0288	0,0346	0,0288	1	9,59
TU61	0,0179	0,0215	0,0179	1	5,95
TU59	0,0466	0,0459	0,0466	2	15,54
TU62	0,0245	0,0241	0,0245	2	8,17
TU63	0,0095	0,0115	0,0095	1	3,17
TU64	0,0150	0,0181	0,0150	1	5,00
TU65	0,0354	0,0344	0,0354	2	11,81
TU66	0,0160	0,0193	0,0160	1	5,35
TU67	0,0194	0,0233	0,0194	1	6,46
TU68	0,3766	0,2151	0,2151	24	124,50
TU69	0,1325	0,0905	0,0905	9	43,14
TU70	0,0282	0,0339	0,0282	1	9,40
TU71	0,1043	0,0719	0,0719	8	33,74
TU72	0,0114	0,0137	0,0114	1	3,79
TU73	0,0929	0,0660	0,0660	7	29,95
TU74	0,0156	0,0188	0,0156	1	5,20
TU75	0,0773	0,0570	0,0570	6	24,75
TU76	0,0245	0,0194	0,0245	3	7,05
TU77	0,0171	0,0148	0,0171	2	4,60
TU78	0,0073	0,0088	0,0073	1	2,45
TU79	0,0071	0,0086	0,0071	1	2,38
TU80	0,0100	0,0099	0,0100	1	2,22
TU81	0,0528	0,0462	0,0528	3	17,70



Tabla 17: Caudales de Clément, para una garantía de suministro selectiva. (Cont.)

<b>Tubo</b>	<b>Q Acumulado</b>	<b>Q Clément</b>	<b>Q Diseño</b>	<b>Hidrantes</b>	<b>Superficie</b>
	<b>(m3/s)</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>aguas abajo</b>	<b>aguas abajo</b>
					<b>(ha)</b>
TU82	0,0391	0,0382	0,0391	2	13,14
TU83	0,0137	0,0165	0,0137	1	4,56
TU84	0,0220	0,0266	0,0220	1	7,43
TU85	0,0171	0,0206	0,0171	1	5,71
TU86	0,2441	0,1507	0,1507	15	81,36
TU87	0,2262	0,1415	0,1415	14	75,37
TU88	0,2091	0,1328	0,1328	13	69,68
TU89	0,1076	0,0772	0,0772	7	35,88
TU90	0,0180	0,0216	0,0180	1	5,99
TU91	0,0171	0,0205	0,0171	1	5,69
TU92	0,0214	0,0217	0,0214	2	7,14
TU93	0,0065	0,0078	0,0065	1	2,15
TU94	0,0150	0,0180	0,0150	1	4,99
TU95	0,0800	0,0648	0,0800	4	26,66
TU96	0,0392	0,0379	0,0392	2	13,06
TU97	0,0144	0,0174	0,0144	1	4,81
TU98	0,0264	0,0317	0,0264	1	8,79
TU99	0,0199	0,0239	0,0199	1	6,62
TU100	0,0193	0,0233	0,0193	1	6,44
TU101	0,0751	0,0603	0,0751	4	25,02
TU102	0,0348	0,0337	0,0348	2	11,59
TU103	0,0214	0,0257	0,0214	1	7,12
TU104	0,0189	0,0228	0,0189	1	6,31
TU105	0,0185	0,0222	0,0185	1	6,16
TU106	0,0163	0,0196	0,0163	1	5,43
TU107	0,0326	0,0288	0,0326	3	10,86
TU108	0,0171	0,0166	0,0171	2	5,71
TU109	0,0155	0,0186	0,0155	1	5,15
TU110	0,0082	0,0098	0,0082	1	2,73
TU111	0,0089	0,0108	0,0089	1	2,98

Con estos caudales obtenemos las tablas de resultados (Tablas 18 y 19) del predimensionado con el programa DIOPCAL. El formato de estas tablas es el mismo que el de las tablas de dimensionado anteriores.





Tabla 18: Resultado del dimensionado por el método Clément con garantía de suministro selectiva.

LISTADO DE RESULTADOS TRAS EL PREDIMENSIONADO

Alimentación por gravedad

Cota lámina libre = 185,00

Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Diámetro Nominal (mm)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Coste tramo (euros)	Presión aguas abajo Est. (mca)	Din.
101	0	101	600_(PRFV-10)	900	1,82	102.492,00	74,00	70,94
102	101	102	315_(PVC-8)	20	1,72	981,60	74,00	70,80
103	102	103	315_(PVC-8)	1.050	1,72	51.534,00	60,30	49,61
104	103	104	315_(PVC-8)	160	1,37	7.852,80	60,30	48,85
105	104	105	200_(PVC-8)	280	1,98	5.563,60	60,44	44,55
106	101	106	600_(PRFV-10)	280	1,61	31.886,40	76,04	72,22
107	106	107	140_(PVC-8)	80	1,89	786,40	76,04	70,44
108	106	108	600_(PRFV-10)	170	1,57	19.359,60	76,04	71,78
109	108	109	315_(PVC-8)	400	1,44	19.632,00	76,18	69,85
110	109	110	250_(PVC-8)	120	1,76	3.710,40	76,05	68,55
111	110	111	200_(PVC-8)	130	1,99	2.583,10	75,10	65,51
112	111	112	180_(PVC-8)	50	1,70	802,00	72,04	61,77
113	109	113	250_(PVC-8)	160	1,59	4.947,20	76,15	68,51
114	113	114	140_(PVC-8)	120	1,83	1.179,60	76,51	66,35
115	113	115	180_(PVC-8)	165	1,96	2.646,60	76,15	65,61
116	108	116	450_(PRFV-10)	220	1,59	18.532,80	77,92	72,85
117	116	117	140_(PVC-8)	40	1,72	393,20	77,92	72,10
118	116	118	250_(PVC-8)	80	1,32	2.473,60	76,04	70,50
119	108	119	350_(PRFV-10)	90	1,73	5.409,00	76,04	71,25
120	119	120	350_(PRFV-10)	670	1,43	40.267,00	77,72	70,17
121	120	121	315_(PVC-8)	25	1,80	1.227,00	77,72	69,98
122	121	122	250_(PVC-8)	510	1,90	15.769,20	77,10	63,61
123	119	123	250_(PVC-8)	60	1,34	1.855,20	76,04	70,89
124	123	124	180_(PVC-8)	95	1,96	1.523,80	74,72	67,91
125	120	125	180_(PVC-8)	70	1,63	1.122,80	76,52	68,08
126	121	126	250_(PVC-8)	110	1,82	3.401,20	77,72	68,83
127	126	127	250_(PVC-8)	50	1,39	1.546,00	77,34	68,13
128	122	128	250_(PVC-8)	140	1,43	4.328,80	77,47	63,04
129	122	129	200_(PVC-8)	120	1,74	2.384,40	77,52	62,53
130	128	130	200_(PVC-8)	230	0,92	4.570,10	64,71	49,37
131	128	131	180_(PVC-8)	40	1,63	641,60	77,47	62,53
132	116	132	400_(PRFV-10)	740	1,71	53.738,80	78,33	69,65
133	132	133	315_(PVC-8)	190	1,36	9.325,20	77,28	67,71
134	133	134	250_(PVC-8)	240	1,72	7.420,80	77,01	65,18
135	134	135	250_(PVC-8)	100	1,58	3.092,00	75,24	62,61
136	135	136	250_(PVC-8)	220	1,36	6.802,40	75,24	61,25
137	136	137	140_(PVC-8)	130	1,87	1.277,90	77,49	60,67
138	137	138	125_(PVC-8)	140	1,64	1.092,00	76,75	57,17
139	136	139	200_(PVC-8)	90	1,97	1.788,30	76,89	61,48
140	139	140	200_(PVC-8)	370	1,46	7.351,90	76,99	58,20
141	132	141	350_(PRFV-10)	60	1,57	3.606,00	76,30	67,33
142	141	142	350_(PRFV-10)	130	1,47	7.813,00	76,91	67,37
143	142	143	315_(PVC-8)	250	2,00	12.270,00	77,21	65,32
144	143	144	250_(PVC-8)	500	1,85	15.460,00	76,80	59,56
145	143	145	140_(PVC-8)	15	1,64	147,45	77,68	65,53
146	143	146	250_(PVC-8)	20	1,91	618,40	77,21	65,09
147	146	147	180_(PVC-8)	270	1,81	4.330,80	75,84	59,62
148	144	148	250_(PVC-8)	180	1,79	5.565,60	76,80	57,73
149	148	149	180_(PVC-8)	190	1,60	3.047,60	76,73	55,33
150	144	150	160_(PVC-8)	90	1,90	1.159,20	76,18	57,21
151	150	151	125_(PVC-8)	270	1,64	2.106,00	77,14	52,87
171	139	171	110_(PVC-8)	100	1,69	606,00	76,89	59,07
172	140	172	140_(PVC-8)	2	1,68	19,66	76,99	58,16
173	140	173	160_(PVC-8)	210	1,00	2.704,80	75,25	55,19
181	137	181	90_(PVC-8)	15	1,38	78,90	77,49	60,35
182	138	182	90_(PVC-8)	10	1,34	52,60	76,75	56,97
183	138	183	90_(PVC-8)	175	1,88	920,50	75,33	49,18
191	110	191	125_(PVC-8)	15	1,92	117,00	76,15	68,25
192	111	192	125_(PVC-8)	50	1,57	390,00	75,78	65,28



Jorge Casanova Sanahuja



Tabla 18: Resultado del dimensionado por el método Clément con garantía de suministro selectiva. (Continuación)

193	112	193	140_(PVC-8)	120	1,74	1.179,60	72,04	59,47
194	112	194	110_(PVC-8)	110	1,75	666,60	68,35	55,25
201	114	201	110_(PVC-8)	5	1,39	30,30	75,54	65,29
202	114	202	110_(PVC-8)	190	1,57	1.151,40	78,33	64,14
203	115	203	140_(PVC-8)	100	1,65	983,00	76,15	63,87
204	115	204	125_(PVC-8)	50	2,00	390,00	76,15	64,20
211	107	211	125_(PVC-8)	40	1,63	312,00	76,04	69,66
212	107	212	90_(PVC-8)	160	1,46	841,60	76,04	66,59
213	123	213	110_(PVC-8)	15	1,69	90,90	76,04	70,53
214	124	214	140_(PVC-8)	130	1,99	1.277,90	72,68	62,68
215	124	215	125_(PVC-8)	90	1,56	702,00	74,80	66,37
221	117	221	110_(PVC-8)	50	1,54	303,00	76,04	69,19
222	117	222	90_(PVC-8)	40	1,88	210,40	76,04	68,70
223	118	223	110_(PVC-8)	40	1,40	242,40	76,04	69,81
224	118	224	125_(PVC-8)	100	1,74	780,00	76,04	68,30
225	118	225	140_(PVC-8)	100	1,95	983,00	76,04	68,15
231	141	231	125_(PVC-8)	25	1,72	195,00	76,30	66,79
232	133	232	160_(PVC-8)	15	1,65	193,20	77,28	67,48
233	134	233	110_(PVC-8)	15	1,40	90,90	77,01	64,92
234	135	234	110_(PVC-8)	20	1,93	121,20	75,24	62,00
241	102	241	110_(PVC-8)	30	1,60	181,80	73,37	69,51
242	103	242	140_(PVC-8)	20	1,75	196,60	60,30	49,22
243	104	243	110_(PVC-8)	30	1,85	181,80	61,00	48,69
244	104	244	140_(PVC-8)	50	1,75	491,50	61,00	48,58
245	105	245	140_(PVC-8)	60	1,91	589,80	61,00	43,75
246	105	246	180_(PVC-8)	140	1,29	2.245,60	58,00	40,95
251	126	251	125_(PVC-8)	60	1,73	468,00	77,51	67,32
252	127	252	125_(PVC-8)	105	1,92	819,00	76,34	64,39
253	127	253	125_(PVC-8)	60	1,83	468,00	77,34	66,69
254	127	254	125_(PVC-8)	180	1,80	1.404,00	74,56	61,15
261	129	261	160_(PVC-8)	2	1,68	25,76	77,52	62,49
262	129	262	125_(PVC-8)	160	1,71	1.248,00	77,47	59,08
263	125	263	125_(PVC-8)	2	1,80	15,60	76,52	68,04
264	125	264	125_(PVC-8)	160	1,58	1.248,00	76,52	65,12
271	146	271	110_(PVC-8)	55	1,78	333,30	77,21	63,63
272	146	272	160_(PVC-8)	90	1,54	1.159,20	78,34	65,04
273	147	273	125_(PVC-8)	60	1,90	468,00	76,35	58,58
274	147	274	125_(PVC-8)	80	1,85	624,00	75,84	57,66
281	142	281	125_(PVC-8)	10	1,63	78,00	76,91	67,18
282	145	282	110_(PVC-8)	15	1,85	90,90	77,68	65,11
283	145	283	90_(PVC-8)	10	1,21	52,60	77,68	65,36
291	130	291	140_(PVC-8)	110	0,73	1.081,30	62,11	46,33
292	130	292	110_(PVC-8)	60	1,85	363,60	64,71	47,66
293	131	293	110_(PVC-8)	60	1,98	363,60	77,47	60,60
294	131	294	125_(PVC-8)	120	1,85	936,00	77,47	59,58
301	148	301	140_(PVC-8)	70	1,63	688,10	76,80	56,54
302	148	302	125_(PVC-8)	30	1,81	234,00	76,80	57,02
303	149	303	140_(PVC-8)	80	1,41	786,40	76,73	54,29
304	149	304	125_(PVC-8)	50	1,56	390,00	77,59	55,30
311	150	311	110_(PVC-8)	20	1,91	121,20	76,15	56,58
312	151	312	90_(PVC-8)	15	1,53	78,90	76,16	51,50
313	151	313	90_(PVC-8)	90	1,67	473,40	77,14	50,11

P<sub>min</sub> de la red (Dinámica) = 40,95 m (Nudo: 246)

P<sub>max</sub> de la red (Estática) = 78,34 m (Nudo: 272)

caudal de inyección en cabecera = 0,52 m<sup>3</sup>/s



Tabla 19: Desglose económico del dimensionado.

DESGLOSE ECONOMICO					
---- TUBERIAS ----					
Material	P. Trab. (mca)	Diámetro (mm)	Coste UNITARIO (euros/m.l.)	Longitud TOTAL (m)	Coste TOTAL (euros)
POLIESTER	100,0	600_(PRFV-10)	113,88	1.350	153.738,00
PVC	80,0	450_(PRFV-10)	84,24	220	18.532,80
		350_(PRFV-10)	60,10	950	57.095,00
		400_(PRFV-10)	72,62	740	53.738,80
		315_(PVC-8)	49,08	2.095	102.822,60
		200_(PVC-8)	19,87	1.220	24.241,40
		110_(PVC-8)	6,06	815	4.938,90
		140_(PVC-8)	9,83	1.227	12.061,41
		180_(PVC-8)	16,04	1.020	16.360,80
		125_(PVC-8)	7,80	1.857	14.484,60
		90_(PVC-8)	5,26	515	2.708,90
		250_(PVC-8)	30,92	2.490	76.990,80
		160_(PVC-8)	12,88	407	5.242,16
COSTE TOTAL de las TUBERIAS_____					542.956,17 euros
AMORTIZACION anual TUBERIAS_____					43.568,21 euros
COSTE TOTAL del sistema al año_____					43.568,21 euros

### 2.2.7.3.- Conclusiones del estudio.

#### 2.2.7.3.1.- Comparativa de costes.

En la tabla 20 se resumen los costes y las amortizaciones anuales de los predimensionados estudiados.

Tabla 20: Comparativa de costes de los predimensionados.

Tipo de predimensionado.	Coste total de las tuberías.	Amortización anual.
Caudales acumulados de línea.	763.963,74 €	61.302,43 €
Caudales Clément garantía global.	528.882,53 €	42.438,90 €
Caudales Clément garantía selectiva.	542.956,17 €	43.568,21 €



### **2.2.7.3.2.- Discusión de resultados.**

El primer método estudiado, dimensionado funcional a partir de caudales acumulados de línea es el método funcionalmente mejor, ya que garantiza el caudal en cualquier situación, pero conduce a una red muy cara cuyo nivel de utilización es tremendamente bajo.

El segundo método estudiado, dimensionado por el método Clément con garantía de suministro global, tiene un costo mucho mas económico pero el número de hidrantes no es muy elevado, 60, en relación a los requerimientos mínimos para la aplicación del algoritmo de Clément, 50, lo que puede dar algunos problemas de suministro o de presiones bajas en los hidrantes en algunos momentos puntuales donde hay una gran simultaneidad de hidrantes abiertos, momento que se podría dar en durante los meses de consumo mas elevado, en los hidrantes de cota mas alta y en los mas alejados al embalse.

El tercer método, sería como el segundo pero aplicando ciertas mejoras en la garantía de suministro, lo cual encarece un poco el coste, pero mejora mucho la funcionalidad de la instalación. Los resultados de éste último método serán los aplicados a la red, construyéndola pues según los diámetros del predimensionado.

### **2.2.8.- SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED.**

Para comprobar que la red dimensionada elegida funcionará de manera correcta para las condiciones de servicio determinadas anteriormente, se realiza una simulación de funcionamiento de ésta con el PROGRAMA DE CÁLCULO Y DISEÑO DE REDES GESTAR 1.5.

Como el dimensionado elegido es el de caudales de Clément con garantía de suministro selectiva, es obvio que la red no funcionará correctamente al 100% de



demanda ya que no se ha dimensionado para tal fin. Por tanto se realiza una generación aleatoria de escenarios de funcionamiento, ya que no hay un escenario de funcionamiento estándar para simular porque la red a lo largo de los periodos de riego trabajará con muchos escenarios diferentes, tanto a nivel de demanda, como a nivel de hidrantes abiertos.

La generación aleatoria de escenarios se basa en la utilización de procedimientos aleatorios para configurar el estado de apertura/cierre de los hidrantes por parte del programa. Se establece un porcentaje de apertura de hidrantes del 80% (bastante alto para lo que es la probabilidad de Clément) y se realizan 100 sorteos aleatorios que generan 100 escenarios de demanda diferentes.

La simulación se genera a partir de los mismos datos que se utilizan para realizar el dimensionado de la red, es decir las tablas de entrada de datos de nodos y tuberías. Posteriormente del fichero de datos del dimensionado Clement con garantía de suministro selectiva, el programa toma los caudales, diámetros y rugosidad de las tuberías y se genera la simulación. Aparte se añade en las opciones del programa, que se tengan en cuenta pérdidas de carga en las bifurcaciones, así como que se aumente en un 10% las pérdidas de carga en tuberías en compensación de pérdidas de carga singulares de éstas.

A partir de la simulación generada del programa para cada escenario, éste presenta una tabla de resultados con los valores medios de los distintos parámetros calculados, que darán una idea del comportamiento normal de la red.

La tabla 21 presenta los valores medios de los resultados para 100 escenarios diferentes con una apertura del 80% de los hidrantes generada por el programa GESTAR 1.5. para las tuberías.

Donde:

N.Inic.	Nudo inicial de la tubería.
N.Fin.	Nudo final de la tubería.
Long.	Longitud de la tubería.



Rugos.            Rugosidad de la tubería.  
P.Carga          Pérdida de carga de la tubería.  
Caudal           Caudal circulante por la tubería.  
Velocidad       Velocidad a la que circula el agua.

Tabla 21: Resultados generados para las tuberías.

Tubería	N. Inic	N. Fin	Long. (m)	Diám. Int. (m)	Rugos.	P. Carga (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)
TU1	0	101	900,00	0,600	0,000015	0,0088	0,8163	2,8872
TU10	105	245	60,00	0,129	0,000007	0,0207	0,0195	1,4874
TU100	147	274	80,00	0,115	0,000007	0,0217	0,0159	1,5155
TU101	144	148	180,00	0,231	0,000007	0,0069	0,0584	1,3954
TU102	148	149	190,00	0,166	0,000007	0,0096	0,0277	1,2747
TU103	148	301	70,00	0,129	0,000007	0,0147	0,0171	1,3040
TU104	148	302	30,00	0,115	0,000007	0,0183	0,0136	1,3031
TU105	149	303	80,00	0,129	0,000007	0,0114	0,0148	1,1277
TU106	149	304	50,00	0,115	0,000007	0,0166	0,0129	1,2304
TU107	144	150	90,00	0,148	0,000007	0,0157	0,0263	1,5370
TU108	150	151	270,00	0,115	0,000007	0,0165	0,0144	1,3770
TU109	150	311	20,00	0,102	0,000007	0,0319	0,0119	1,4674
TU11	105	246	140,00	0,166	0,000007	0,0070	0,0230	1,0583
TU110	151	312	15,00	0,082	0,000007	0,0270	0,0065	1,2272
TU111	151	313	90,00	0,082	0,000007	0,0295	0,0079	1,4736
TU12	101	106	280,00	0,600	0,000015	0,0066	0,7148	2,5281
TU13	106	107	80,00	0,129	0,000007	0,0162	0,0180	1,3766
TU14	107	211	40,00	0,115	0,000007	0,0142	0,0117	1,1215
TU15	107	212	160,00	0,082	0,000007	0,0212	0,0063	1,1848
TU16	106	108	170,00	0,600	0,000015	0,0066	0,6967	2,4642
TU17	108	109	400,00	0,291	0,000007	0,0072	0,1089	1,6389
TU18	109	110	120,00	0,231	0,000007	0,0075	0,0565	1,3510
TU19	110	111	130,00	0,185	0,000007	0,0113	0,0404	1,5110
TU2	101	102	20,00	0,291	0,000007	0,0061	0,1015	1,5287
TU20	111	112	50,00	0,166	0,000007	0,0098	0,0276	1,2745
TU21	110	191	15,00	0,115	0,000007	0,0341	0,0161	1,5374
TU22	111	192	50,00	0,115	0,000007	0,0167	0,0128	1,2230
TU23	112	193	120,00	0,129	0,000007	0,0147	0,0162	1,2347
TU24	112	194	110,00	0,102	0,000007	0,0232	0,0115	1,4137
TU25	109	113	160,00	0,231	0,000007	0,0058	0,0523	1,2508
TU26	113	114	120,00	0,129	0,000007	0,0177	0,0192	1,4646
TU27	113	115	165,00	0,166	0,000007	0,0132	0,0331	1,5270
TU28	115	204	50,00	0,115	0,000007	0,0264	0,0167	1,5971
TU29	115	203	100,00	0,129	0,000007	0,0142	0,0164	1,2527
TU3	102	103	1.050,00	0,291	0,000007	0,0053	0,0913	1,3740



Tabla 21: Resultados generados para las tuberías. (Continuación)

TU30	114	202	190,00	0,102	0,000007	0,0183	0,0100	1,2395
TU31	114	201	5,00	0,102	0,000007	0,0108	0,0092	1,1290
TU32	108	116	220,00	0,450	0,000015	0,0081	0,3647	2,2932
TU33	116	117	40,00	0,129	0,000007	0,0136	0,0173	1,3174
TU34	117	221	50,00	0,102	0,000007	0,0172	0,0097	1,2007
TU35	117	222	40,00	0,082	0,000007	0,0332	0,0075	1,4135
TU36	116	118	80,00	0,231	0,000007	0,0042	0,0431	1,0290
TU37	118	223	40,00	0,102	0,000007	0,0145	0,0089	1,0929
TU38	118	224	100,00	0,115	0,000007	0,0183	0,0140	1,3413
TU39	118	225	100,00	0,129	0,000007	0,0201	0,0202	1,5378
TU4	103	104	160,00	0,291	0,000007	0,0035	0,0719	1,0832
TU40	108	119	90,00	0,350	0,000015	0,0112	0,2232	2,3197
TU41	119	120	670,00	0,350	0,000015	0,0072	0,1775	1,8445
TU42	120	121	25,00	0,291	0,000007	0,0168	0,1487	2,2386
TU43	121	122	510,00	0,231	0,000007	0,0147	0,0858	2,0517
TU44	119	123	60,00	0,231	0,000007	0,0043	0,0457	1,0928
TU45	123	124	95,00	0,166	0,000007	0,0143	0,0346	1,5962
TU46	123	213	15,00	0,102	0,000007	0,0302	0,0111	1,3678
TU47	124	214	130,00	0,129	0,000007	0,0220	0,0214	1,6356
TU48	124	215	90,00	0,115	0,000007	0,0162	0,0132	1,2608
TU49	120	125	70,00	0,166	0,000007	0,0109	0,0288	1,3269
TU5	104	105	280,00	0,185	0,000007	0,0126	0,0425	1,5864
TU50	125	263	2,00	0,115	0,000007	0,0719	0,0147	1,4057
TU51	125	264	160,00	0,115	0,000007	0,0170	0,0141	1,3466
TU52	121	126	110,00	0,231	0,000007	0,0077	0,0628	1,5020
TU53	126	127	50,00	0,231	0,000007	0,0050	0,0482	1,1520
TU54	126	251	60,00	0,115	0,000007	0,0209	0,0146	1,4002
TU55	127	252	105,00	0,115	0,000007	0,0249	0,0176	1,6861
TU56	127	253	60,00	0,115	0,000007	0,0210	0,0155	1,4807
TU57	127	254	180,00	0,115	0,000007	0,0202	0,0151	1,4410
TU58	122	128	140,00	0,231	0,000007	0,0041	0,0467	1,1162
TU59	122	129	120,00	0,185	0,000007	0,0112	0,0391	1,4623
TU6	102	241	30,00	0,102	0,000007	0,0219	0,0103	1,2668
TU60	129	261	2,00	0,148	0,000007	0,0290	0,0236	1,3792
TU61	129	262	160,00	0,115	0,000007	0,0205	0,0155	1,4856
TU62	128	130	230,00	0,185	0,000007	0,0030	0,0192	0,7161
TU63	130	291	110,00	0,129	0,000007	0,0034	0,0076	0,5809
TU64	130	292	60,00	0,102	0,000007	0,0264	0,0115	1,4246
TU65	128	131	40,00	0,166	0,000007	0,0119	0,0275	1,2692
TU66	131	293	60,00	0,102	0,000007	0,0304	0,0130	1,6026
TU67	131	294	120,00	0,115	0,000007	0,0200	0,0145	1,3904
TU68	116	132	740,00	0,400	0,000015	0,0104	0,3044	2,4222
TU69	132	133	190,00	0,291	0,000007	0,0073	0,1074	1,6164
TU7	103	242	20,00	0,129	0,000007	0,0247	0,0193	1,4736
TU70	133	232	15,00	0,148	0,000007	0,0202	0,0240	1,4014
TU71	133	134	240,00	0,231	0,000007	0,0139	0,0834	1,9929



Tabla 21: Resultados generados para las tuberías. (Continuación)

Tubería	N. Inic	N. Fin	Long. (m)	Diám. int. (m)	Rugos.	P. Carga (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad (m/s)
TU72	134	233	15,00	0,102	0,000007	0,0155	0,0085	1,0509
TU73	134	135	100,00	0,231	0,000007	0,0110	0,0749	1,7892
TU74	135	234	20,00	0,102	0,000007	0,0351	0,0131	1,6174
TU75	135	136	220,00	0,231	0,000007	0,0079	0,0617	1,4758
TU76	136	137	130,00	0,129	0,000007	0,0169	0,0190	1,4494
TU77	137	138	140,00	0,115	0,000007	0,0143	0,0130	1,2413
TU78	137	181	15,00	0,082	0,000007	0,0224	0,0060	1,1287
TU79	138	182	10,00	0,082	0,000007	0,0211	0,0058	1,0845
TU8	104	243	30,00	0,102	0,000007	0,0247	0,0120	1,4801
TU80	138	183	175,00	0,082	0,000007	0,0296	0,0072	1,3502
TU81	136	139	90,00	0,185	0,000007	0,0127	0,0427	1,5969
TU82	139	140	370,00	0,185	0,000007	0,0072	0,0314	1,1727
TU83	139	171	100,00	0,102	0,000007	0,0226	0,0114	1,4005
TU84	140	172	2,00	0,129	0,000007	0,0621	0,0172	1,3089
TU85	140	173	210,00	0,148	0,000007	0,0054	0,0142	0,8314
TU86	132	141	60,00	0,350	0,000015	0,0080	0,1970	2,0479
TU87	141	142	130,00	0,350	0,000015	0,0078	0,1827	1,8986
TU88	142	143	250,00	0,291	0,000007	0,0166	0,1680	2,5291
TU89	143	144	500,00	0,231	0,000007	0,0141	0,0847	2,0240
TU9	104	244	50,00	0,129	0,000007	0,0160	0,0175	1,3333
TU90	141	231	25,00	0,115	0,000007	0,0215	0,0144	1,3737
TU91	142	281	10,00	0,115	0,000007	0,0259	0,0147	1,4044
TU92	143	145	15,00	0,129	0,000007	0,0142	0,0177	1,3524
TU93	145	283	10,00	0,082	0,000007	0,0175	0,0053	0,9934
TU94	145	282	15,00	0,102	0,000007	0,0281	0,0124	1,5336
TU95	143	146	20,00	0,231	0,000007	0,0090	0,0656	1,5673
TU96	146	147	270,00	0,166	0,000007	0,0124	0,0319	1,4725
TU97	146	271	55,00	0,102	0,000007	0,0244	0,0123	1,5118
TU98	146	272	90,00	0,148	0,000007	0,0115	0,0214	1,2488
TU99	147	273	60,00	0,115	0,000007	0,0245	0,0161	1,5388

La tabla 22 presenta los valores medios de los resultados para 100 escenarios diferentes con una apertura del 80% de los hidrantes generada por el programa GESTAR 1.5. para los nodos.





Donde:

Alt.Piez.      Altura piezométrica del nodo.

Consumo.      Consumo de agua del nodo. El valor es 0 por tratarse de una simulación de un conjunto de escenarios.

Cota.          Cota del nodo.

Presión.       Presión del nodo.

P.Consigna.   Presión de consigna.

P.Margen.      Diferencia entre la presión del nodo y la de consigna.

Tabla 22: Resultados generados para los nodos.

Nodo	Alt. Piez.	Presión	Consumo	Cota	P.Consigna	P.Margen
	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(mca)	(mca)
0	185,00	0,00	-0,8163	179,00	0,00	0,00
101	177,04	66,04	0	111,00	0,00	0,00
102	176,92	65,92	0	111,00	0,00	0,00
103	171,36	46,66	0	124,70	0,00	0,00
104	170,80	46,10	0	124,70	0,00	0,00
105	167,27	42,71	0	124,56	0,00	0,00
106	175,19	66,23	0	108,96	0,00	0,00
107	173,90	64,94	0	108,96	0,00	0,00
108	174,06	65,10	0	108,96	0,00	0,00
109	171,17	62,35	0	108,82	0,00	0,00
110	170,27	61,32	0	108,95	0,00	0,00
111	168,80	58,90	0	109,90	0,00	0,00
112	168,32	55,36	0	112,96	0,00	0,00
113	170,24	61,39	0	108,85	0,00	0,00
114	168,12	59,63	0	108,49	0,00	0,00
115	168,06	59,21	0	108,85	0,00	0,00
116	172,28	65,20	0	107,08	0,00	0,00
117	171,74	64,66	0	107,08	0,00	0,00
118	171,94	62,98	0	108,96	0,00	0,00
119	173,05	64,09	0	108,96	0,00	0,00
120	168,24	60,96	0	107,28	0,00	0,00
121	167,82	60,54	0	107,28	0,00	0,00
122	160,31	52,41	0	107,90	0,00	0,00
123	172,80	63,84	0	108,96	0,00	0,00
124	171,43	61,15	0	110,28	0,00	0,00
125	167,48	59,00	0	108,48	0,00	0,00
126	166,97	59,69	0	107,28	0,00	0,00
127	166,72	59,06	0	107,66	0,00	0,00
128	159,74	52,21	0	107,53	0,00	0,00
129	158,97	51,49	0	107,48	0,00	0,00
130	159,05	38,76	0	120,29	0,00	0,00



Tabla 22: Resultados generados para los nodos. (Continuación.)

Nodo	Alt. Piez. (m)	Presión (m)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (mca)	P.Margen (mca)
131	159,26	51,73	0	107,53	0,00	0,00
132	164,62	57,95	0	106,67	0,00	0,00
133	163,24	55,52	0	107,72	0,00	0,00
134	159,90	51,91	0	107,99	0,00	0,00
135	158,80	49,04	0	109,76	0,00	0,00
136	157,06	47,30	0	109,76	0,00	0,00
137	154,86	47,35	0	107,51	0,00	0,00
138	152,86	44,61	0	108,25	0,00	0,00
139	155,92	47,81	0	108,11	0,00	0,00
140	153,27	45,26	0	108,01	0,00	0,00
141	164,13	55,43	0	108,70	0,00	0,00
142	163,12	55,03	0	108,09	0,00	0,00
143	158,98	51,19	0	107,79	0,00	0,00
144	151,90	43,70	0	108,20	0,00	0,00
145	158,76	51,44	0	107,32	0,00	0,00
146	158,80	51,01	0	107,79	0,00	0,00
147	155,45	46,29	0	109,16	0,00	0,00
148	150,66	42,46	0	108,20	0,00	0,00
149	148,83	40,56	0	108,27	0,00	0,00
150	150,49	41,67	0	108,82	0,00	0,00
151	146,05	38,19	0	107,86	0,00	0,00
171	153,66	45,55	0	108,11	38,00	7,55
172	153,15	45,14	0	108,01	38,00	7,14
173	152,15	42,40	0	109,75	38,00	4,40
181	154,53	47,02	0	107,51	38,00	9,02
182	152,65	44,40	0	108,25	38,00	6,40
183	147,69	38,02	0	109,67	38,00	0,02
191	169,76	60,91	0	108,85	38,00	22,91
192	167,97	58,75	0	109,22	38,00	20,75
193	166,56	53,60	0	112,96	38,00	15,60
194	165,76	49,11	0	116,65	38,00	11,11
201	168,07	58,61	0	109,46	38,00	20,61
202	164,63	57,96	0	106,67	38,00	19,96
203	166,64	57,79	0	108,85	38,00	19,79
204	166,74	57,89	0	108,85	38,00	19,89
211	173,33	64,37	0	108,96	38,00	26,37
212	170,50	61,54	0	108,96	38,00	23,54
213	172,34	63,38	0	108,96	38,00	25,38
214	168,57	56,25	0	112,32	38,00	18,25
215	169,98	59,78	0	110,20	38,00	21,78
221	170,87	61,91	0	108,96	38,00	23,91
222	170,41	61,45	0	108,96	38,00	23,45
223	171,36	62,40	0	108,96	38,00	24,40
224	170,11	61,15	0	108,96	38,00	23,15
225	169,94	60,98	0	108,96	38,00	22,98



Tabla 22: Resultados generados para los nodos. (Continuación)

Nodo	Alt. Piez. (m)	Presión (m)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (mca)	P.Margen (mca)
231	163,60	54,90	0	108,70	38,00	16,90
232	162,93	55,21	0	107,72	38,00	17,21
233	159,66	51,67	0	107,99	38,00	13,67
234	158,10	48,34	0	109,76	38,00	10,34
241	176,27	64,64	0	111,63	38,00	26,64
242	170,86	46,16	0	124,70	38,00	8,16
243	170,06	46,06	0	124,00	38,00	8,06
244	170,00	46,00	0	124,00	38,00	8,00
245	166,03	42,03	0	124,00	38,00	4,03
246	166,29	39,29	0	127,00	38,00	1,29
251	165,71	58,22	0	107,49	38,00	20,22
252	164,11	55,45	0	108,66	38,00	17,45
253	165,46	57,80	0	107,66	38,00	19,80
254	163,08	52,64	0	110,44	38,00	14,64
261	158,91	51,43	0	107,48	38,00	13,43
262	155,69	48,16	0	107,53	38,00	10,16
263	167,33	58,85	0	108,48	38,00	20,85
264	164,76	56,28	0	108,48	38,00	18,28
271	157,45	49,66	0	107,79	38,00	11,66
272	157,77	51,11	0	106,66	38,00	13,11
273	153,98	45,33	0	108,65	38,00	7,33
274	153,71	44,55	0	109,16	38,00	6,55
281	162,86	54,77	0	108,09	38,00	16,77
282	158,34	51,02	0	107,32	38,00	13,02
283	158,59	51,27	0	107,32	38,00	13,27
291	158,67	35,78	0	122,89	38,00	-2,22
292	157,47	37,18	0	120,29	38,00	-0,82
293	157,44	49,91	0	107,53	38,00	11,91
294	156,87	49,34	0	107,53	38,00	11,34
301	149,63	41,43	0	108,20	38,00	3,43
302	150,11	41,91	0	108,20	38,00	3,91
303	147,92	39,65	0	108,27	38,00	1,65
304	147,99	40,58	0	107,41	38,00	2,58
311	149,85	41,00	0	108,85	38,00	3,00
312	145,64	36,80	0	108,84	38,00	-1,20
313	143,39	35,53	0	107,86	38,00	-2,47



### 2.2.8.1.-Discusión de resultados.

Se observa que en la práctica totalidad de los nodos de consumo o hidrantes se obtiene el caudal y presión necesarios para que el sistema trabaje correctamente.

Se observa también que en unos pocos nodos, 291, 292, 312 y 313, los mas alejados al embalse, la presión media que se obtiene en la simulación está por debajo de la presión de consigna lo que quiere decir que en ciertos escenarios, puede darse algún problema de baja presión en momentos de alta demanda en la red, donde hay una alta simultaneidad de hidrantes abiertos. De todos modos la presión de consigna es de 38 m.c.a. que es 8 m.c.a. mayor que la presión de servicio de los hidrantes y los sistemas de riego por goteo pueden funcionar a partir de 10 m.c.a. En todos los nodos la presión media es superior a 33 m.c.a. más que suficiente para el buen funcionamiento de los goteros. Aparte se esta simulando una demanda muy alta de la red, 80%. Cualquier medida para disminuir las pérdidas de carga (aumento del diámetro de las conducciones) o para aumentar la presión en estos nodos (aumento de la cota del embalse), encarecería en demasía la instalación para mejorar un problema que se daría solamente en momentos muy concretos de la campaña de riego. Aun así, una vez en funcionamiento la instalación, debería estudiarse las presiones en estos puntos, y si se detectara que las presiones son muy bajas para el riego en situaciones muy frecuentes, se podría solucionar con algún tipo de restricción horario o riego por “turnos” en las zonas concretas del problema.

### 2.2.9.- VALVULAS VENTOSA.

Para evitar que el aire cause perturbaciones importantes en el funcionamiento de la red de riego se instalarán las correspondientes válvulas ventosa. Este tipo de válvulas presentan un orificio de gran diámetro que permite el paso de grandes volúmenes de aire en la tubería cuando ésta se encuentra a baja presión, mientras que las pequeñas bolsas de aire que se forman cuando la instalación está presurizada se eliminan a través de otro orificio de pequeño diámetro.



En definitiva, el buen uso de las válvulas ventosa no supone un coste adicional relevante a la vez que reporta beneficios cuantificables en rentabilidad.

- Evita oscilaciones de presión y el funcionamiento anómalo de la instalación.
- Protege la instalación de roturas por depresión o sobrepresión.
- Protege toda la instalación del desgaste ya que evita el fenómeno de cavitación.
- Evita la disminución del rendimiento de la impulsión.
- Ayuda a evitar errores en la medida del caudal.
- En instalaciones de riego por goteo reduce al máximo la formación de vacío y por tanto evita la succión de impurezas que pueden obturar el gotero.

#### **2.2.9.1.- Tipos de válvulas ventosa.**

Existen dos tipos de válvulas que realizan dicha función: las de efecto automático o de funcionamiento a alta presión y las de efecto cinético o de funcionamiento a baja presión. Según esta tipología, las válvulas ventosa pueden clasificarse en:

- Válvulas ventosa de efecto automático: Las válvulas ventosa de efecto automático o de alta presión son sistemas hidromecánicos que evacuan, de forma automática, pequeñas bolsas de aire que se acumulan en los puntos elevados de una tubería cuando ésta se encuentra en condiciones de operación y, por lo tanto, presurizada. Se caracterizan por tener un orificio de paso de aire pequeño. Son útiles para sacar pequeñas cantidades de aire de la tubería generadas principalmente por causas propias del fluido, aún existiendo presión en el sistema (aire disuelto en el agua que, al disminuir la presión o aumentar la temperatura, forma burbujas).
- Válvulas ventosa de efecto cinético: Las válvulas ventosa de efecto cinético funcionan únicamente cuando no existe presión dentro de la tubería. Se caracterizan por tener un orificio de paso de aire grande. Son útiles para sacar



grandes cantidades de aire de la tubería generadas principalmente por causas propias del sistema (puesta en marcha de bomba, llenado de tuberías, etc.) y para introducir aire de la atmósfera a la tubería (vaciado de tubería).

- Válvulas ventosa de doble efecto o trifuncionales: Las válvulas ventosa de doble efecto combinan las funciones de las de efecto automático y las de efecto cinético.

#### **2.2.9.2.- Localización de las válvulas ventosa en la red.**

- Puntos en que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica (tanto incrementando o disminuyendo la pendiente): doble efecto.
- Puntos elevados de la tubería (arqueta válvula): doble efecto.
- Ramales largos de pendiente uniforme: doble efecto cada 500 a 1000 metros.
- A la entrada de instrumentos de medición (contadores): doble efecto.
- A la salida de válvulas reductoras de presión: efecto automático.
- Reducciones del diámetro de la tubería: efecto automático.
- Cabezales de filtración: doble efecto en un punto alto.
- Depresiones en la línea de corriente: doble efecto en cada lado de la depresión.

#### **2.2.9.3.- Dimensionado de las válvulas ventosa.**

Existen métodos aproximados que permiten seleccionar el tamaño de la válvula ventosa, el diámetro de la cual debe estar entre  $1/4$  y  $1/3$  del diámetro de la tubería. Los principales fabricantes, como A.R.I. valves, recomiendan la siguiente tabla para una selección del tamaño de la válvula ventosa:



Tabla 23: Diámetro recomendado de las ventosas según diámetro del tubo.

Diámetro tubería	3"-10"	12"-16"	18"-22"	24"-48"	50"-96"
Diámetro válvula	2"	3"	4"	6"	8"

**2.2.10.- HIDRANTES.**

En los planos 2.2 a 2.12 pueden verse la ubicación exacta de todos los hidrantes en el terreno.

**2.2.10.1.- Descripción.**

Cada hidrante recibirá al menos una presión de funcionamiento de 30 m.c.a, y dispondrá de una única toma, propiedad de la Comunidad y cerrada mediante un mecanismo de seguridad, donde se ubicará una válvula que hará las labores de contador, reductor de presión y limitador de caudal, una ventosa y dos válvulas de mariposa (ver plano 4.1). Todo ello montado sobre tubería de acero que es la que empalma con la tubería de llegada que estará enterrada.

Desde los hidrantes saldrán los ramales hacia las diferentes parcelas que abarca el área de consumo de cada hidrante, lo cual no compete al presente proyecto. Todo el sistema se cerrará mediante una arqueta de hormigón armado cubierto por una chapa metálica para que no puedan manipularse los dispositivos del interior.

**2.2.10.2.- Dimensionado de los hidrantes.**

Todo el conjunto de valvulería y elementos que componen los hidrantes se dimensionará en función de la dotación asignada para la superficie que abarca. Éstos pueden tener distintos tamaños que serán: 2", 3", 4" y 6".

Para una velocidad máxima de 2 m/s. el caudal máximo que puede circular por el hidrante vendrá dado por la ecuación de continuidad.



$$Q = v \cdot S = 2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Ec. 2.6

Siendo:

Q      m<sup>3</sup>/s      Caudal máximo.

v      m/s      Velocidad máxima. 2m/s

D      m      Diámetro del conducto.

En la tabla 24 se representa el caudal máximo para cada tipo de hidrante:

Tabla 24: Caudal máximo según tipo de hidrante para una velocidad máx. de 2m/s.

Diámetro en pulgadas	Diámetro en mm.	Caudal máximo en (m <sup>3</sup> /s)
2"	50,8	0,0040
3"	76,2	0,0091
4"	101,6	0,0162
6"	152,4	0,0364

El diámetro de los hidrantes quedará definido en la tabla 25 donde se asigna el diámetro que corresponde a cada uno, según su dotación y siguiendo los criterios de la tabla 24.





Tabla 25: Diámetro de los hidrantes según criterios de la tabla 24.

Hidrante	Área (ha)	Caudal (m3/s)	Diámetro
17-1	4,56	0,0137	4"
17-2	7,43	0,0223	6"
17-3	5,71	0,0171	6"
18-1	2,45	0,0073	3"
18-2	2,38	0,0071	3"
18-3	2,22	0,0067	3"
19-1	6,67	0,0200	6"
19-2	5,48	0,0164	6"
19-3	6,76	0,0203	6"
19-4	4,72	0,0141	4"
20-1	3,71	0,0111	4"
20-2	4,24	0,0127	4"
20-3	7,20	0,0216	6"
20-4	6,96	0,0209	6"
21-1	5,36	0,0161	4"
21-2	2,60	0,0078	3"
21-3	4,56	0,0137	4"
21-4	8,72	0,0262	6"
21-5	5,43	0,0163	6"
22-1	4,16	0,0125	4"
22-2	3,35	0,0101	4"
22-3	3,79	0,0114	4"
22-4	6,07	0,0182	6"
22-5	8,51	0,0255	6"
23-1	5,99	0,0180	6"
23-2	9,40	0,0282	6"
23-3	3,79	0,0114	4"
23-4	5,20	0,0156	4"
24-1	4,41	0,0132	4"
24-2	7,83	0,0235	6"
24-3	4,98	0,0149	4"
24-4	7,60	0,0228	6"
24-5	8,32	0,0250	6"
24-6	9,29	0,0279	6"
25-1	6,03	0,0181	6"
25-2	6,68	0,0200	6"
25-3	6,37	0,0191	6"
25-4	6,28	0,0188	6"
26-1	9,59	0,0288	6"
26-2	5,95	0,0179	6"
26-3	6,28	0,0188	6"
26-4	5,52	0,0166	6"
27-1	4,81	0,0144	4"
27-2	8,79	0,0264	6"



Tabla 25: Diámetro de los hidrantes según criterios de la tabla 24. (Continuación)

Hidrante	Área (ha)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro
27-3	6,62	0,0199	6"
27-4	6,44	0,0193	6"
28-1	5,69	0,0171	6"
28-2	4,99	0,0150	4"
28-3	2,15	0,0065	3"
29-1	3,17	0,0095	4"
29-2	5,00	0,0150	4"
29-3	5,35	0,0160	4"
29-4	6,46	0,0194	6"
30-1	7,12	0,0214	6"
30-2	6,31	0,0189	6"
30-3	6,16	0,0185	6"
30-4	5,43	0,0163	6"
31-1	5,15	0,0154	4"
31-2	2,73	0,0082	3"
31-3	2,98	0,0089	3"

## 2.2.11.- EQUIPO DE FILTRADO.

### 2.2.11.1.- Descripción.

El éxito de un sistema de riego depende de muchos factores, pero sin duda el que mayor peso soporta es el sistema de filtrado. No es posible establecer un sistema de riego localizado sin un sistema de filtrado efectivo. Los costes del sistema de filtrado son muy inferiores si este se realiza conjuntamente que si cada productor instala su sistema independientemente.

### 2.2.11.2.- Colectores.

- Los colectores de filtrado se colocarán sobre una base de hormigón a la cual irán anclados mediante soportes. (Ver planos 3.10 y 3.11)
- Los colectores serán de acero pintados interior y exteriormente, de manera que se garantice suficientemente la protección frente a la corrosión. Deberán soportar una



presión nominal de 10 m.c.a. Las bridas deberán cumplir igualmente las especificaciones para 10 m.c.a.

- Los colectores deberán tener el menor número de uniones posible debiéndose realizar las conexiones en el taller mecánico adecuado y ser transportadas como una pieza única en los casos que sea posible.
- Los colectores de entrada y salida de filtros serán de 600 mm. de diámetro.

#### **2.2.11.3.- Válvulas de control y ventosas.**

- En la entrada del colector de filtrado se colocará una válvula de volante manual de manera que pueda cerrarse el paso de agua al sistema de filtrado (ver planos 3.10 y 3.11). La válvula de accionamiento manual será de 600 mm. de diámetro.
- Tanto a la entrada como a la salida de cada filtro se colocarán sendas válvulas de accionamiento manual para poder independizar los filtros en caso de avería.
- Debido al funcionamiento del cabezal de filtrado se colocará una ventosa de 4" trifuncional en cada colector de filtrado. (Ver planos 3.10 y 3.11)
- Las ventosas será de cuerpo metálico y permitirá la entrada y salida de aire así como la purga del aire que se encuentra disuelto en el agua.

#### **2.2.11.4.- Filtros.**

Existen tres posibilidades de filtración, mediante filtros de arena, filtros de malla y filtros de anillas.

Los filtros de arena, dan una muy buena calidad de filtración, pero requieren de un mantenimiento muy preciso y necesitan una gran cantidad de agua para efectuar adecuadamente el contralavado. Aunque pueden realizarse a medida, las medidas comerciales, y por tanto más económicas llevan a un número muy considerable de filtros por lo que la cantidad de agua desperdiciada durante los procesos de lavado resulta muy elevada.



Los filtros de anillas son una buena solución de filtración pero la presión necesaria para su limpieza, 40 m.c.a., y las limitaciones en el caudal unitario, 30 m<sup>3</sup>/h, con agua limpia descarta esta opción.

Se han elegido por tanto los filtros de malla automáticos ya que proporcionan un caudal unitario muy elevado 300 m<sup>3</sup>/h con agua limpia, son compactos y el agua de limpieza es muy reducida ya que el tiempo de lavado de cada uno de ellos se sitúa en torno a 35-40 segundos.

- Se instalarán 4 filtros horizontales, de malla autolimpiante, en paralelo.(Ver planos 3.10 y 3.11)
- La malla será de acero inoxidable y el accionamiento del mecanismo de limpieza se realizara mediante un pistón eléctrico, moviéndose en dos sentidos cada ciclo de lavado, garantizando de esta forma la total limpieza de la malla de filtrado.
- El filtro dispondrá de una cámara de limpieza manual de los materiales más gruesos.
- La presión de limpieza a la salida del filtro será de 25 m.c.a.
- En los filtros se colocará un colector de limpieza de polietileno para cada una de las válvulas de limpieza que se conectaran a una línea de limpieza que llevará el agua hacia un desagüe natural.

#### **2.2.11.5.- Parámetros de diseño.**

El parámetro de diseño más importante a la hora de calcular una estación de filtrado es el caudal unitario de cada filtro.

De esta forma, el caudal nominal de cada filtro, según las especificaciones de los fabricantes, es de 300 m<sup>3</sup>/h, teniendo en cuenta que este corresponde a agua relativamente limpia, se ha establecido como caudal efectivo para cada filtro 270 m<sup>3</sup>/h, ya que el agua aún procedente de un embalse, puede arrastrar partículas gruesas debido



al efecto de aspiración de la toma del embalse y al hecho que la toma de la balsa de regulación se encuentra en el fondo. Debido a los condicionantes del riego, son necesarios instalar los filtros para trabajar con una presión de 70-80 m.c.a. por lo que los filtros deberán estar contruidos en PN-10 bar.

#### **2.2.11.6.- Funcionamiento.**

Aunque en el presente proyecto no se contempla los sistemas de telemando y telecontrol se deben prever elementos para que posteriormente no se tengan que modificar las instalaciones.

Se instalará un contador tipo woltman electromagnético con contador de impulsos para controlar el flujo que circula por la tubería. El contador será de 600 mm. de diámetro y estará colocado a la distancia adecuada para que las posibles turbulencias no influyan en las lecturas efectuadas. El contador se conectará al sistema de telecontrol de toda la estación.

El funcionamiento de la estación de filtrado, será totalmente automático, controlado mediante el autómeta programable.

Dependiendo del caudal aportado por la tubería, se irán abriendo paulatinamente las líneas de filtrado. Esta apertura estará controlada por el presostato analógico y regulada por las válvulas motorizadas instaladas al efecto. De esta forma se adecua el sistema al caudal requerido en cada momento.

La limpieza de los filtros se realizará mediante un programador instalado al efecto y que mediante un presostato analógico, detectará la diferencia de presión entre la entrada y la salida de agua del filtro. Cuando esta diferencia sea de 0,5 bar, el programador dará la orden al primer filtro para que las válvulas hidráulicas se abran y se ponga en funcionamiento el sistema de limpieza.



---

Para evitar que todos los filtros se pongan en posición de limpieza simultáneamente, se establecerá una conexión entre el primero de ellos y los siguientes de forma que la limpieza se realice en cascada, con lo que la pérdida de presión experimentada por el sistema será insignificante.



---

## **2.3.- ANEXO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.**

### **2.3.1.- OBJETO DEL ANEXO.**

El objeto del presente anexo es presentar y justificar técnicamente de forma detallada los elementos y tuberías que se han dispuesto en la instalación de bombeo que tiene como objeto suministrar el caudal necesario para llenar el embalse de acumulación.

### **2.3.2.- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS.**

La captación de agua en el presente proyecto está compuesta por un sistema que, desde un pozo de captación de agua situado al lado de la acequia de arriba, bombea dicha agua a través de una tubería, hasta el embalse de acumulación.

Tanto el depósito de captación, como el embalse de acumulación no son objeto del presente proyecto, y deberán estar realizados para cuando se ejecute.

Los elementos aquí descritos, serán elementos básicos, ya que el presente proyecto no incluye dispositivos de telemando y telecontrol, si bien en el momento de ejecución del proyecto se podrá supervisar que los elementos o equipos a instalar cumplan los requisitos para la posterior automatización de éstos. En caso de no cumplirlos pueden ser sustituidos por otros de similares características, que cumplan tanto los requisitos del presente proyecto, como los de un proyecto de telemando y telecontrol.

El sistema esta compuesto por los elementos que se describen a continuación y que pueden verse en los planos 3.7 y 3.8.



- 
- Tuberías de acero de diámetros comprendidos entre 250 mm y 500 mm. Se trata de las tuberías que realizan la conducción de agua desde las bombas hasta la salida del recinto de la captación. El conjunto de estas tuberías soldadas entre sí recibe el nombre de colector.
  - Válvulas de control de bomba. Situadas en las tuberías que unen las bombas con el colector, a fin de evitar las ondas de presión en el arranque y parada. La bomba y la válvula están sincronizadas para poner en marcha o parar el motor mientras la válvula está cerrada. La válvula abre lentamente permitiendo el llenado paulatino de la tubería. En caso de corte de energía o avería, actúa como válvula de retención, cerrando en forma inmediata e impidiendo que la columna de agua vuelva hacia la bomba.
  - Válvulas de volante. Colocadas en los colectores de salida de las bombas, de manera que se puedan independizar y regular, y en la tubería principal para cerrar la tubería en caso de reparación y/o mantenimiento y en caso de vaciado.
  - Válvula anticipadora de onda. Protege los grupos de bombeo y al sistema de la onda de presión causada por parada de bomba a fallo de energía. La válvula abre inmediatamente al inicio de la ola de presión negativa y evacua a la atmósfera el exceso de presión que provoca la onda de presión positiva. La brusca variación de velocidad del flujo, regresando la columna de éste hacia el grupo de bombeo, puede provocar un golpe de ariete, que queda amortizado por la rápida reacción de la válvula, la cual consta de dos pilotos de control, reductor de presión y piloto de alivio de presión. Esta válvula permite a su vez el vaciado de la tubería en caso de reparación y/o mantenimiento.
  - Ventosas trifuncionales. Colocadas en el colector de salida de las bombas y a lo largo de la tubería de impulsión, tiene como función principal permitir la purga del aire ocluido en las tuberías, así como permitir las operaciones de llenado y vaciado de las tuberías en caso de reparación y/o mantenimiento.





- Carretes de montaje. Elementos colocados en la tubería de salida de las bombas para facilitar su extracción en caso de avería.
- Equipo de bombeo. Se dispondrá de bombas de eje vertical, para aspirar el agua desde el pozo, combinadas en paralelo y accionadas por motor eléctrico que trabajará a 1.450 r.p.m. a 50 Hz y a una tensión nominal de 400 V.

### 2.3.3.- DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE BOMBEO.

El equipo de bombeo debe tener las características suficientes para al menos, bombear en un día durante el periodo nocturno, el volumen de agua consumido por la red de riego, calculado en el Anexo 1, que es el siguiente:

$$64.714(l/(ha \cdot dia)) \times 337,90ha = 21.866,90(m^3 \cdot dia)$$

Se considerará como periodo nocturno, la franja que va de las 22h de un día hasta las 8h. de la mañana siguiente. Se justifica este horario por dos motivos: primero por que se puede aprovechar la tarifa nocturna, reduciendo los costes de electricidad, y segundo, porque hasta que todos los particulares hayan modernizado las instalaciones de riego en sus parcelas, se debe garantizar el riego por el sistema tradicional de riego. El caudal del sistema tradicional de riego viene también suministrado por la misma acequia de donde se realiza la captación, por tanto no se puede solapar las horas de riego con las horas de bombeo.

Parámetros a tener en cuenta:

- La dotación asignada para este sector de riego es de 2.500 m<sup>3</sup>/h.



- El desnivel entre la lámina superior del depósito de captación y la cota máxima del embalse, donde se descargará el agua impulsada es de 60 metros.
- La altura manométrica mínima necesaria de la bomba viene determinada por:

$$H_{man} = H_i - H_c + \frac{v^2}{2 \cdot g} + h_f$$

Ec. 2.7

$H_{man}$	m	Altura manométrica mínima de la bomba.
$H_i$	m	Diferencia de altura entre el nivel de aspiración de agua de la captación y el punto de descarga. 65m.
$H_c$	m	Altura de carga. Al estar la bomba sumergida será la profundidad a la que se encuentra la aspiración de ésta. 5m.
$v$	m/s	Velocidad a la que se prevé circule el agua. 3m/s.
$g$	m/s <sup>2</sup>	Aceleración de la gravedad. 9,8m/s.
$h_f$	m	Pérdida de carga de la conducción de impulsión prevista para una velocidad de 3 m/s.

Las pérdidas de carga reales se calculan en apartados posteriores, al ser este un cálculo de estimación para el dimensionado, se toma un valor dado por el fabricante de pérdida de carga por 100m. de conducción de PRFV de 500 mm. de diámetro. Este valor para una velocidad de 3 m/s. es de 1,04 m.c.a.

Se incrementa en un 30% la longitud de la tubería como previsión de pérdidas de carga singulares.

En total tenemos una previsión de pérdidas de carga para la conducción.

$$h_f = 310m \cdot 1,3 \cdot \frac{1,04mca}{100m} = 4,19mca$$



Por tanto según la expresión anterior (Ec.2.7):

$$H_{man}=64,64 \text{ m}$$

El sistema elegido por tanto para la impulsión de agua será de un conjunto de 4 bombas de eje vertical. Las bombas están previstas para suministrar un caudal de trabajo de 600 m<sup>3</sup>/h cada una, que conectadas en paralelo será de 2400 m<sup>3</sup>/h, a una presión nominal de 70 m.c.a. (Se preven 70 m.c.a. sobredimensionando un poco los cálculos anteriores). En los apartados 2.3.4 y 2.3.5 del presente anexo se determinará el punto de funcionamiento exacto de la instalación.

Este equipo es capaz pues de bombear 24.000 m<sup>3</sup> a 70 m. de altura en el periodo nocturno. La cantidad máxima de agua consumida por la red sería de 21.866 m<sup>3</sup>, en los meses más secos y si todo estuviera plantado de una misma variedad de frutal con las mismas fechas de recolección. Como este caso es de muy baja probabilidad de suceso, el sistema puede funcionar con solo 3 bombas, dejando una de ellas de reserva o para utilización de forma puntual si los niveles de la balsa son muy bajos.

## **2.3.4.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS.**

### **2.3.4.1.- Introducción.**

El propósito del presente apartado es exponer los cálculos hidráulicos realizados para caracterizar el funcionamiento de los elementos de la estación de bombeo. Dichos cálculos permitirán conocer la presión y caudales disponibles a la salida de la estación, cuyos valores son necesarios para que el objetivo del presente anexo, es decir el llenado del embalse de regulación para la puesta en riego de la Comunidad de regantes de



Fraga, Torrente y Velilla de Cinca, se pueda llevar a cabo con normalidad cuando la estación de bombeo esté en servicio.

Para conocer la presión y caudal en el colector de impulsión, se deberá de hacer un análisis tanto de la red como de los elementos singulares que la componen. Dicho análisis consistirá en el estudio de la pérdida de carga producida en la estación en cada uno de sus elementos y en la comprobación los caudales que deben circular por las correspondientes tuberías sin que se produzcan pérdidas de carga excesivas.

#### 2.3.4.2.- Cálculo del diámetro de la tubería de impulsión.

La tubería de impulsión constará de dos partes (ver planos 3.1 y 3.7): el colector, que realizará la conducción de agua desde la salida de las bombas, uniendo los caudales aportados por cada una de ellas, hasta la salida del recinto y la tubería de impulsión, que conducirá el agua hasta el embalse de regulación.

La brida de descarga de las bombas tiene un diámetro nominal de 250mm. Por tanto la tubería de unión desde las válvulas de las bombas hasta la tubería principal del colector será de este mismo diámetro.

Se calcula el diámetro de la tubería de la parte de colector donde se ha captado todos los caudales de las bombas y la tubería de impulsión hasta el embalse mediante la ecuación de continuidad, teniendo en cuenta que la velocidad máxima recomendada de circulación del agua para tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio es de 3 m/s.

$$Q = v \cdot S \rightarrow S = \frac{Q}{v}$$

Ec. 2.8

$$S_{\text{circunferencia}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}$$

Ec. 2.9



Siendo:

- Q     m<sup>3</sup>/s     Caudal estimado de bombeo: 1800m<sup>3</sup>/h → 0,166 m<sup>3</sup>/s.  
 v     m/s     velocidad de circulación: 3 m/s.  
 D     m     Diámetro de la tubería: Una vez calculado da un resultado de 0,46 m o 460 mm. Como este diámetro no se fabrica, se toma el diámetro comercial inmediatamente mayor que será de 500mm.

### 2.3.4.3.- Cálculo de las pérdidas de carga.

El agua es captada de un depósito de captación construido a tal efecto al lado de la acequia (ver planos 3.5 y 3.6). A través de las conducciones de la propia estación de captación, el agua irá perdiendo presión debido a la fricción producida en las paredes de las tuberías y en los diferentes dispositivos que conforman la red.

La pérdida de carga producida se calcula mediante la ecuación de rozamiento de Darcy-Weisbach:

$$hf = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g}$$

**Ec. 2.10**

Siendo:

- hf     m     La pérdida de carga producida en un tramo de tubería.  
 f         El factor de fricción. (adimensional)  
 L     m     La longitud correspondiente a dicho tramo.  
 D     m     El diámetro de la tubería.  
 v     m/s     La velocidad de la corriente.  
 g     m/s<sup>2</sup>     La aceleración de la gravedad.



El factor de fricción dependerá del material empleado en las tuberías utilizadas en la red y de las condiciones de la corriente. Para su obtención se ha utilizado la expresión descrita por White-Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left( \frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re}_D \cdot \sqrt{f}} \right)$$

**Ec. 2.11**

Siendo:

D	m	El diámetro de la tubería.
k	m	La rugosidad absoluta de la tubería.
Re		El número de Reynolds. (Adimensional)

Las tuberías utilizadas en la estación de captación serán de acero helicoidal, por lo que se tomará el valor correspondiente de rugosidad absoluta para este tipo de tuberías  $k = 0,000010$  m.

Las utilizadas en la línea de impulsión, que va desde la estación de captación hasta el embalse, serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con rugosidad absoluta para este tipo de tuberías según fabricante  $k = 0,000015$  m.

La estación de captación también se compone de un conjunto de piezas de transición, tales como acoplamientos, codos, válvulas, etc. Dichas piezas contribuyen a la pérdida de carga producida en la estación. La pérdida de carga producida en cada elemento singular puede ser obtenida a partir del estudio dimensional de la corriente fluida, el cual permite la obtención de la siguiente expresión:

$$h_f = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

**Ec. 2.12**



---

Siendo:

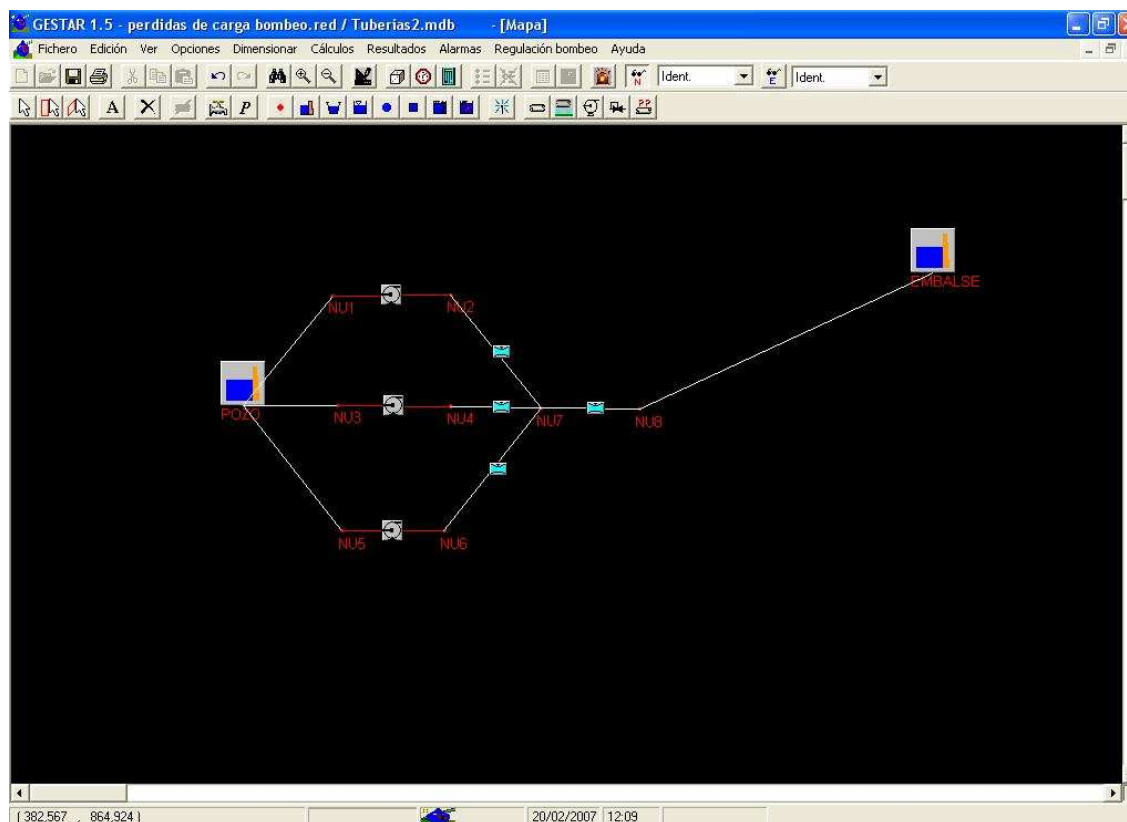
K El coeficiente de pérdida de carga de un elemento singular. (adimensional)

A partir de las expresiones indicadas se pueden obtener las pérdidas de carga en cada tramo de tubería y en cada elemento de la red.

La presión en el colector de salida dependerá de las pérdidas de carga producidas así como de la presión disponible a la entrada de la estación de bombeo.

#### **2.3.4.4.- Procedimiento de cálculo. Resultados.**

Para el cálculo de las perdidas de carga en la estación de bombeo se ha utilizado el programa GESTAR 1.5 donde se han identificado los tramos por una serie de nudos, de forma que se pueda hacer el análisis en cada tramo y en cada punto singular. Para ello (ver figura 9), se ha elaborado un esquema del sistema y se han introducido una serie de datos que el programa requiere para realizar los cálculos.



**Figura 9. Creación del esquema de bombeo en GESTAR 1.5.**

Los datos de entrada son:

- Cota de la lámina superior de agua del depósito de captación de donde se aspira el agua para el bombeo en metros. (POZO)
- Cota de aspiración de las bombas en metros. (NU1, NU3, NU5)
- Cota de los nudos inicial y final de las tuberías del sistema en metros.
- Gráfica de trabajo Q-H de las bombas del sistema, definición de los nudos y diámetro de aspiración y definición de los nudos de descarga. (Figura 10)



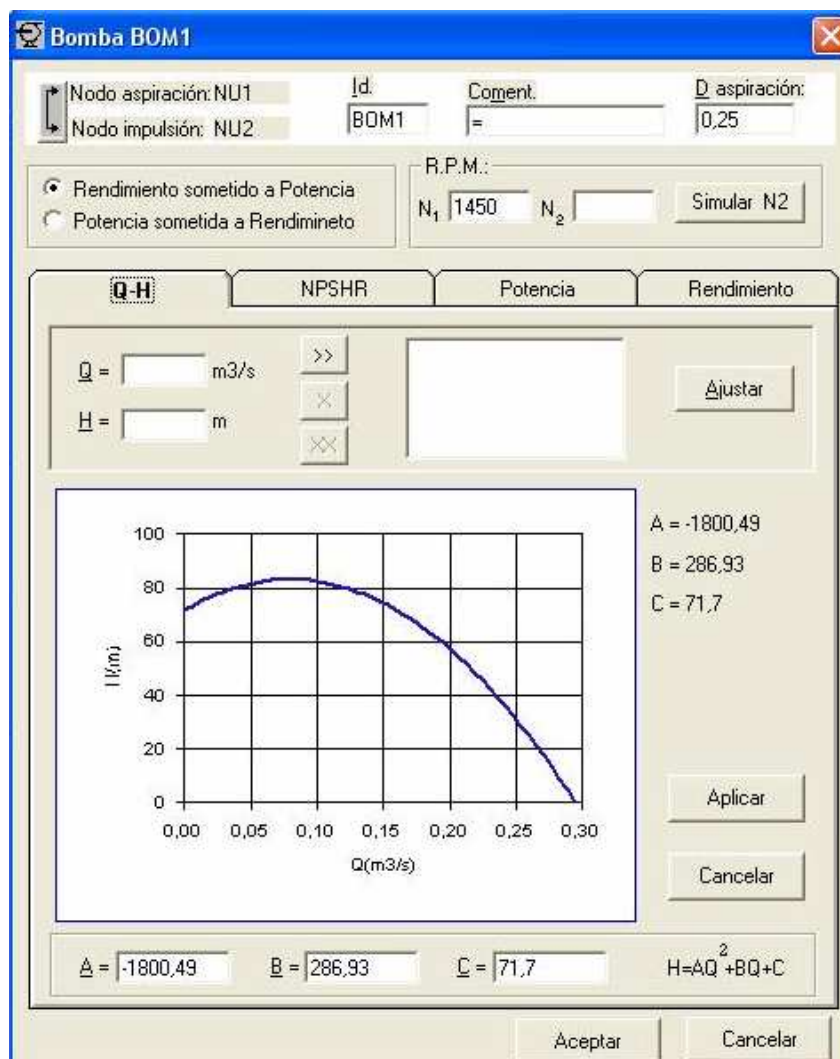


Figura 10. Ventana del elemento bomba. Introducción de datos

- Gráfica de potencia de las bombas del sistema. (Figura 11) Ambas graficas serán definidas en el apartado 2.3.5.2. del presente anexo.

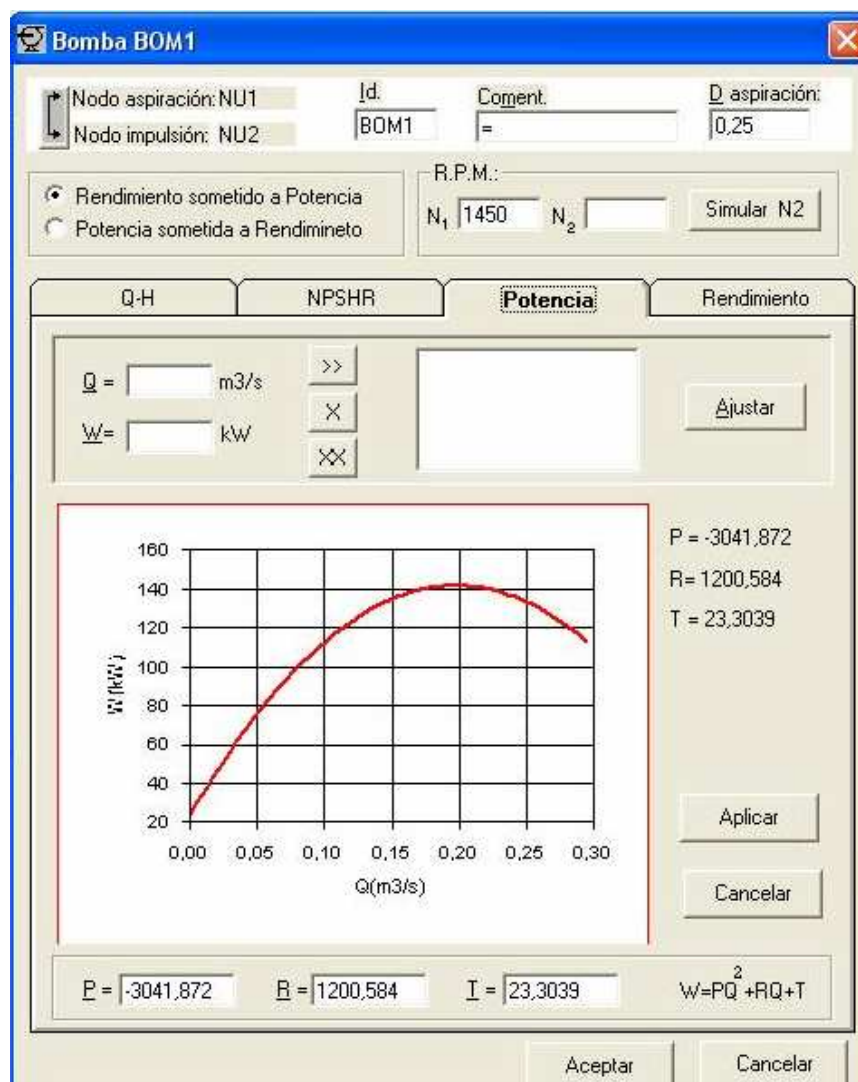


Figura 11. Ventana del elemento bomba. (2)

- Cota del embalse de descarga en metros.
- Longitud, material, rugosidad y diámetro de las tuberías en metros.
- Elementos singulares de las tuberías si los tuviese.

La figura 4 representa el esquema del sistema para el funcionamiento habitual de la estación de bombeo con tres bombas en paralelo.

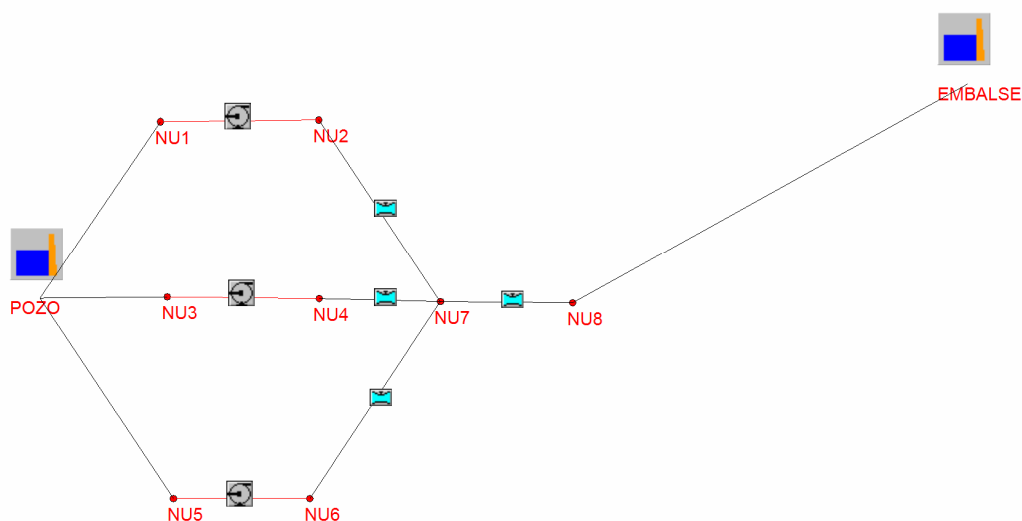
Donde:

POZO

Pozo de captación.



TU1, TU2, TU3.	Tubería de aspiración de las bombas.
NU1, NU3, NU5.	Nudos de referencia de aspiración de bombas.
NU2, NU4, NU6.	Nudos de referencia de descarga de bombas.
TU4, TU5, TU6.	Tuberías unión bombas con tubería principal del colector.
TU7	Tubería principal del colector.
NU7, NU8.	Nudos de referencia del colector.
TU8	Tubería de impulsión hasta embalse.
EMBALSE	Embalse de regulación.



**Figura 12. Esquema del sistema para el funcionamiento habitual con tres bombas en paralelo.**

A partir de los datos del esquema introducidos se generan las Tablas 1 y 2 donde se reflejan los tramos y los cálculos realizados en cada uno de ellos.

La Tabla 26 muestra la altura piezométrica en los nodos de referencia a partir de los datos introducidos así como los caudales consumidos o recibidos por el pozo de captación y el embalse.



Tabla 26: Resultados de la simulación del sistema de bombeo. Nodos.

Nodo	Alt. Piez. (mca)	Presión (mca)	Consumo (m <sup>3</sup> /s)	Cota (m)	P.Consigna (mca)	P.Margen (mca)
EMB	185,00	0,00	0,5413	185,0000	0,00	0,00
POZO	125,00	0,00	-0,5413	125,0000	0,00	0,00
NU1	125,00	5,00	0	120,0000	0,00	0,00
NU2	189,85	64,85	0	125,0000	0,00	0,00
NU3	125,00	5,00	0	120,0000	0,00	0,00
NU4	189,85	64,85	0	125,0000	0,00	0,00
NU5	125,00	5,00	0	120,0000	0,00	0,00
NU6	189,85	64,85	0	125,0000	0,00	0,00
NU7	187,96	61,96	0	126,0000	0,00	0,00
NU8	187,84	61,84	0	126,0000	0,00	0,00

La tabla 27 muestra el caudal circulante y la velocidad de éste por las tuberías del sistema, así como el caudal que bombean las bombas y las pérdidas de carga en cada tramo, a partir de los datos introducidos.

Tabla 27: Resultados de la simulación del sistema de bombeo. Elementos.

Elemento	N. Inic	N. Fin	Long. (m)	Diám. (m)	Rugos.	P. Carga (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad (m/s)
BOM1	NU1	NU2		0,250			0,1804	3,6761
BOM2	NU3	NU4		0,250			0,1804	3,6761
BOM3	NU5	NU6		0,250			0,1804	3,6761
TU1	EMB1	NU1	0,10	0,250	0,000010	0,0035	0,1804	3,6761
TU2	EMB1	NU3	0,10	0,250	0,000010	0,0035	0,1804	3,6761
TU3	EMB1	NU5	0,10	0,250	0,000010	0,0035	0,1804	3,6761
TU4	NU2	NU7	1,50	0,250	0,000010	1,8857	0,1804	3,6761
TU5	NU4	NU7	1,50	0,250	0,000010	1,8857	0,1804	3,6761
TU6	NU6	NU7	1,50	0,250	0,000010	1,8857	0,1804	3,6761
TU7	NU7	NU8	3,00	0,500	0,000010	0,1226	0,5413	2,7570
TU8	NU8	BAL1	310,00	0,500	0,000015	2,8374	0,5413	2,7570



## **2.3.5.- FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO. CURVAS CARACTERÍSTICAS.**

### **2.3.5.1.- Funcionamiento del equipo de bombeo.**

El sistema de bombeo ha sido diseñado con un grupo de bombas y con la utilización de arrancadores electrónicos. Dicha solución ha sido adoptada como la más completa, ya que permite un mayor grado de automatización de las instalaciones.

El bombeo consiste en una asociación de cuatro bombas en paralelo, una de las bombas se prevé como de reserva o apoyo, utilizándose en caso de avería de otra bomba u ocasionalmente si el embalse de acumulación se encuentra en un nivel muy bajo para ser llenado en periodo nocturno.

Las bombas utilizadas son de eje vertical, ya que la captación se va a producir desde un pozo. Este tipo de máquinas permiten el acceso directo al motor, pero no así a la columna de impulsión que se encuentra sumergida.

Cada bomba trabaja a 1450 r.p.m. para un caudal unitario de 180 l/s a 65 m.c.a. Éstas funcionan a velocidad nominal, o por el contrario están paradas, y por lo tanto no varían sus características de funcionamiento. Es conveniente que se alimenten a través de arrancadores electrónicos que posibiliten tanto el arranque como la parada de los motores de una forma suave, con las ventajas que ello conlleva tanto en su vida útil como en su funcionamiento general.

La utilización de arrancadores electrónicos produce, entre otras cosas, las siguientes ventajas: se reducen las puntas de corriente durante el arranque y elimina las caídas de tensión en la línea; permite el arranque progresivo de los motores (lo cual es de interés para los de gran inercia); se reduce el par de arranque (protegiéndose las



partes mecánicas); posibilita la parada suave (reduciendo los golpes de ariete y los efectos de cavitación); facilidad de control; etc.

El sistema deberá configurarse mediante dispositivos de mando o telecontrol para activarse a la hora prevista o en niveles mínimos del embalse y pararse en caso de incidencia o niveles máximos.

### **2.3.5.2.- Curvas características.**

El comportamiento hidráulico de una bomba viene determinado por sus curvas características que representan una relación entre los distintos valores de caudal proporcionado y otros parámetros como la altura manométrica. Estas curvas se obtienen de forma experimental y cada una se corresponde con un tipo determinado de bomba.

Para el caso que nos compete la curva proporcionada por un fabricante de primer nivel nacional, para una bomba es la mostrada en la figura 13.



Jorge Casanova Sanahuja

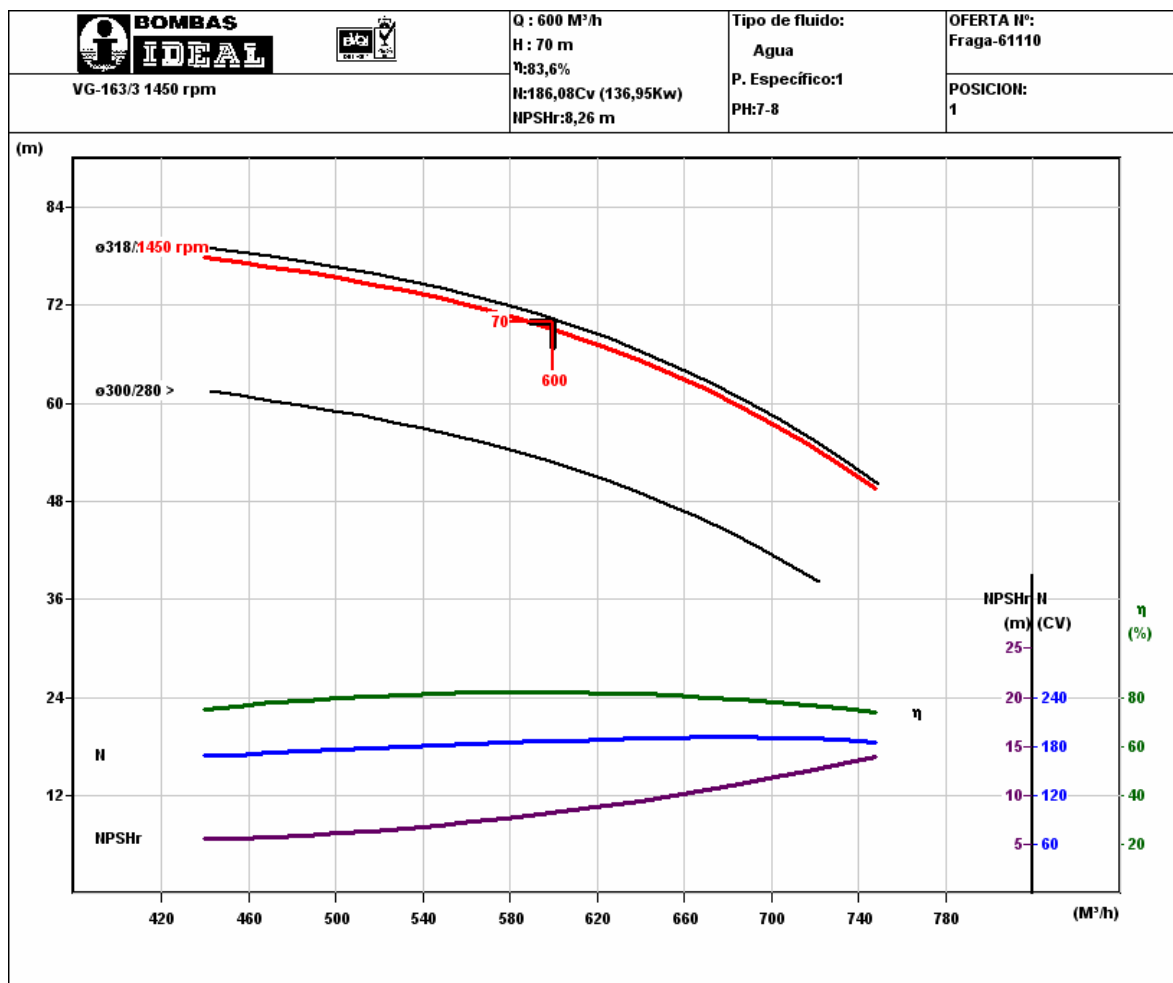
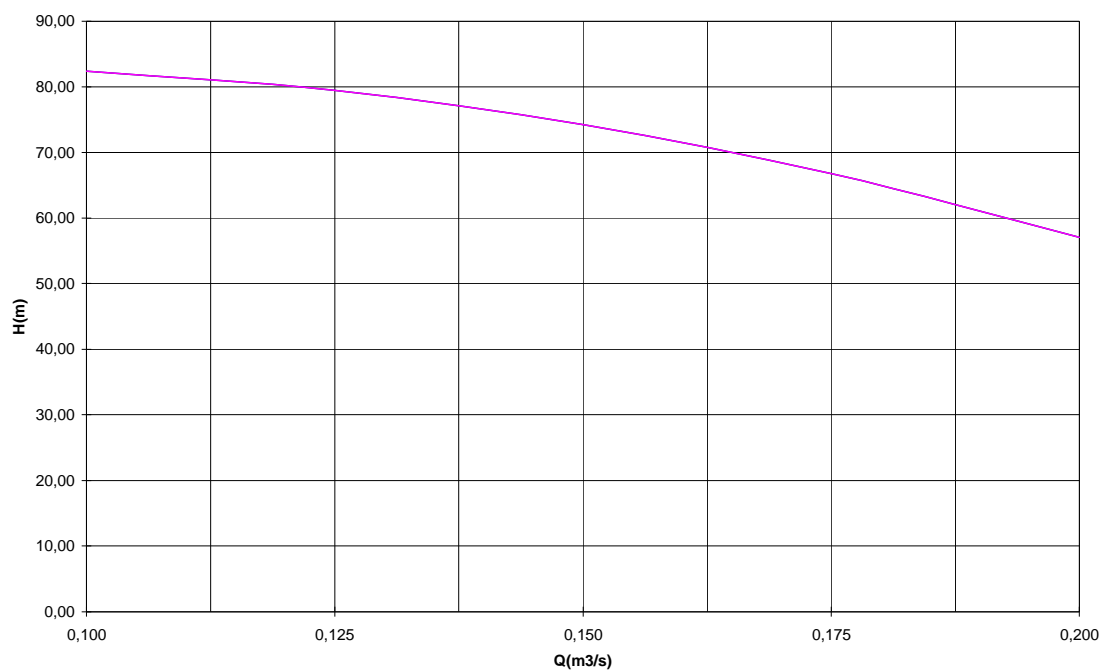


Figura 13. Curva característica de la bomba IDEAL VG-163/3

El sistema de bombeo trabaja con un conjunto de bombas en paralelo, por lo que, cuando varias bombas trabajen a la vez, la curva característica será la correspondiente al funcionamiento de dichas bombas de forma que para una misma presión, el caudal aportado por las bombas que estén en funcionamiento es sumado. Se tomará como referencia la gráfica Q-H que muestra la Figura 14.



**Figura 14.** Curva característica Q-H de la bomba IDEAL VG-163/3 en m3/s.

Tomando pares de puntos Q-H de la Figura 14 se puede interpolar la parábola por el método de los mínimos cuadrados.

Tabla 28: Pares de puntos Q-H tomados de Figura 14.

Q (m3/s)	H (m)
0,100	82,39
0,125	79,43
0,150	74,23
0,175	66,77
0,200	57,07
0,225	45,11
0,250	30,90
0,275	14,44

La función aproximada es:

$$H = -1800,49Q^2 + 286,93Q + 71,2$$

**Ec. 2.13**





Se toma los valores de la altura y se construye una tabla con los valores de Q en distintos montajes en paralelo. Para la misma altura los caudales del número de bombas en funcionamiento se suman. Como todas las bombas son iguales el caudal resultante será el producto del caudal unitario de una bomba por el número de bombas en funcionamiento.

Tabla 29: Valores de Q para distintas combinaciones de bombas en funcionamiento.

H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)			
	1 bomba	2 bombas	3 bombas	4 bombas
82,39	0,100	0,200	0,300	0,400
79,43	0,125	0,250	0,375	0,500
74,23	0,150	0,300	0,450	0,600
66,77	0,175	0,350	0,525	0,700
57,07	0,200	0,400	0,600	0,800
45,11	0,225	0,450	0,675	0,900
30,90	0,250	0,500	0,750	1,000
14,44	0,275	0,550	0,825	1,100

Como en el caso anterior para cada montaje en paralelo se toman los pares de puntos Q-H de la tabla 29 y se aproxima su parábola interpolada por el método de Mínimos Cuadrados.

Estas funciones son:

$$2 \text{ bombas en paralelo: } H = -463,10Q^2 + 148,83Q + 71,42 \quad \text{Ec. 2.14}$$

$$3 \text{ bombas en paralelo: } H = -200,08Q^2 + 95,67Q + 71,69 \quad \text{Ec. 2.15}$$

$$4 \text{ bombas en paralelo: } H = -130,29Q^2 + 91,93Q + 66,31 \quad \text{Ec. 2.16}$$



El gráfico de la figura 15 muestra las curvas características de las combinaciones de bombas. Usualmente la instalación debe funcionar con tres bombas en paralelo y ocasionalmente con cuatro. También se muestra la curva característica de la instalación calculada con la expresión siguiente:

$$H_{br} = (z_2 - z_1) + \frac{v^2}{2 \cdot g} + h_{1 \rightarrow 2}$$

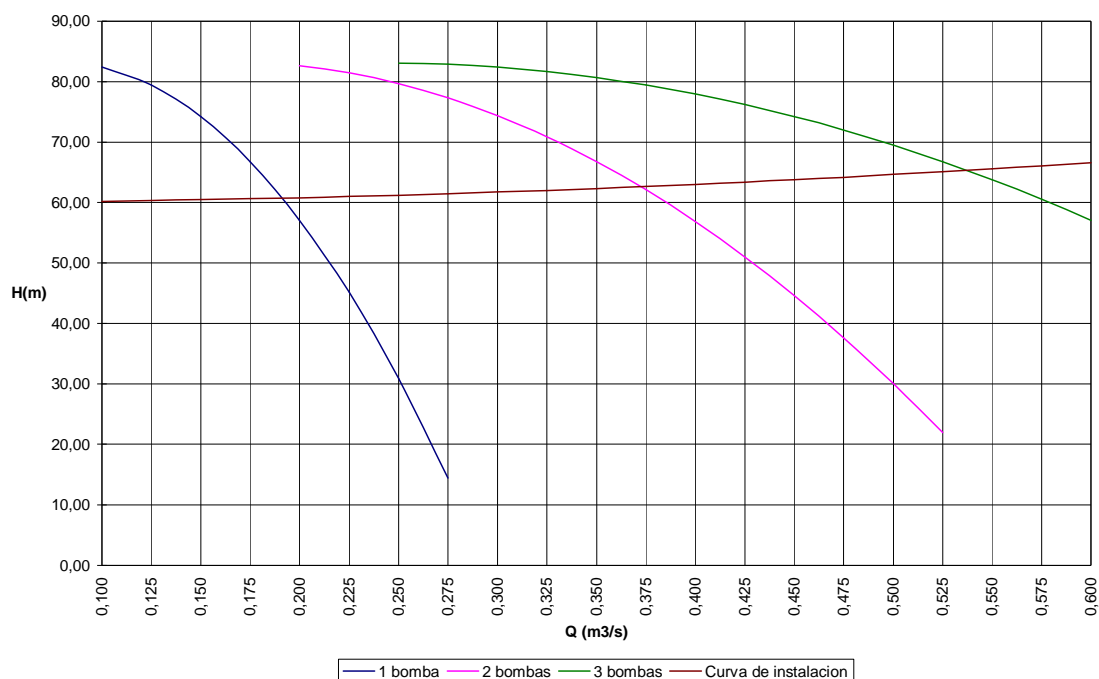
**Ec. 2.17**

Siendo:

$(z_2 - z_1)$	m	Diferencia entre la cota máxima del embalse y la cota del nivel del agua de donde se realiza la aspiración.
$v$	m/s	Velocidad a la que circula el agua por la tubería según el caudal.
$g$	m/s <sup>2</sup>	Aceleración de la gravedad.
$h$	m	Pérdidas de carga de la instalación. Tanto de la tubería como de los diferentes elementos y válvulas que la componen y aportan pérdidas de carga puntuales.

Éstas pérdidas de carga se calculan con el programa GESTAR 1.5. Dicho programa, permite introducir elementos singulares en las conducciones, del mismo diámetro nominal que éstas. Se introducirán válvulas de retención y de compuerta en los elementos TU4, TU5 y TU6 y una válvula de compuerta en el elemento TU7. Aparte se añadirá un 10% de longitud equivalente de tubería para cálculo de pérdidas singulares por codos, curvas, etc.

Para el cálculo de dichas pérdidas el programa utiliza las ecuaciones 2.8, 2.9 y 2.10 presentadas en el apartado 2.3.4.2 del presente anexo. Las constantes empleadas son introducidas u obtenidas de la base de datos con la que trabaja el programa.



**Figura 15. Gráfico de punto de funcionamiento del sistema de bombeo.**

El punto de funcionamiento de la instalación viene determinado por la intersección de las parábolas de las distintas combinaciones de las bombas en paralelo, con la curva característica de funcionamiento de la instalación.

Se comprueba que el resultado para 3 bombas en paralelo, 0,537 m³/s a 65 m.c.a. es prácticamente igual al determinado por la simulación realizada con el programa en el apartado anterior.

### 2.3.6.- ESTUDIO DEL GOLPE DE ARIETE.

#### 2.3.6.1.- Consideraciones hidráulicas. Estudio del golpe de ariete sin sistema de amortiguación.

Para calcular el golpe de ariete sin sistema de amortiguación nos tenemos que basar en las teorías de Michaud y Allievi, en función del tiempo de duración de la maniobra de cierre de la instalación. El tiempo de cierre será determinado a partir de la



teoría de E. Mendiluce. Este tiempo de cierre nos determinará si la tubería utilizada es larga o corta, situación a partir de la cual se estará en condiciones de calcular la sobrepresión.

Fórmula de E. Mendiluce: En las conducciones impulsadas por grupo de bombeo, el tiempo  $t$  es el transcurrido entre la interrupción de funcionamiento del grupo y el cese de la velocidad de circulación del agua, la cual desciende progresivamente. Este tiempo viene determinado por la fórmula de E. Mendiluce:

$$t = C + \frac{M \cdot L \cdot V}{g \cdot H_{man}}$$

**Ec. 2.18**

En la que:

C	Coeficiente, función de la relación $H_{man}$ .
M	Coeficiente, función de L.
L	m Longitud de la impulsión. En este caso 310m.
v	m/s Velocidad de circulación del agua. En el punto de funcionamiento de la instalación para 3 bombas en paralelo 2,757 m/s.
g	m/s <sup>2</sup> Aceleración de la gravedad. 9,8 m/s <sup>2</sup> .
$H_{man}$	m.c.a. Altura manométrica. En el punto de funcionamiento de la instalación para 3 bombas en paralelo, 65 m.c.a.

Tabla 30: Coeficiente C de la Ec.2.18.

$\frac{H_{man}}{L} \%$	10	20	25	30	35	40
C	1	1	0,8	0,5	0,4	0

Para la conducción proyectada  $\frac{H_{man}}{L} = 20,96\% \rightarrow C=1$ .



Tabla 31: Coeficiente M de la Ec.2.18.

L	250	500	1.000	1.500	2.000
M	2	1,75	1,50	1,25	1,15

Para la conducción proyectada  $L=310\text{m}$ .  $\rightarrow M=1,94$ .

Con los valores anteriores la fórmula de E. Mendiluce arroja un resultado de 3,60 s.

Para  $L < \frac{a \cdot t}{2}$  (impulsión corta), fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \pm \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot t}$$

**Ec. 2.19**

Para  $L > \frac{a \cdot t}{2}$  (impulsión larga), fórmula de Allievi:

$$\Delta H = \pm \frac{a \cdot v}{g}$$

**Ec. 2.20**

Donde  $a$  es la celeridad de la tubería que para el caso de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de DN 500 mm tiene un valor según fabricante de 420 m/s.

En el caso de esta conducción se utiliza la fórmula de Michaud Ec. 2.19 ya que se considera conducción corta.

$$\Delta H = \pm \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot t} = \pm \frac{2 \cdot 310 \cdot 2,757}{9,8 \cdot 3,602} = \pm 48,42\text{m}$$

La presión máxima alcanzada por la impulsión será igual a la suma de la presión estática o altura geométrica, con la sobrepresión máxima +  $\Delta H$ .



$$H_{\max} = H_g + \Delta H = 60 + 48,42 = 108,42m$$

Ec. 2.21

La presión mínima será la diferencia entre la presión estática o altura geométrica y la sobrepresión mínima –  $\Delta H$

$$H_{\min} = H_g - \Delta H = 60 - 48,42 = 11,58m$$

Ec. 2.22

Por tanto todas las conducciones, válvulas y elementos de la instalación de impulsión serán aptos para trabajos a PN 10 bar. Se instalará una válvula contragolpe de ariete que proteja a todos los elementos de la instalación contra las sobrepresiones y las depresiones en caso de parada de bombas.

### 2.3.7.- CALCULOS MECÁNICOS. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO.

Las tuberías de acero se calcularán y se fabricarán según los espesores, cargas de trabajo y coeficientes adoptados. Se determinará el espesor mínimo,  $e$ , para la tubería de acero de 250 mm y de acero helicoidal de 500 mm para unas condiciones:

- Tensión de rotura,  $\sigma_r$ , de 2.460 kg /cm<sup>2</sup> (Acero del tipo API 5L Gr.B)
- Presión de rotura,  $P_r$ , 10 kg / cm<sup>2</sup>
- Diámetro de la tubería,  $D$ , 250 y 500 mm.

Mediante

$$P_r = \frac{2 \cdot e \cdot \sigma_r}{D}$$

Ec. 2.23

De donde se despeja:

$$e = \frac{P_r \cdot D}{2 \cdot \sigma_r}$$



En la tabla 32 se muestra los espesores mínimos que se obtienen para los diferentes diámetros de las tuberías según Ec.2.23.

Tabla 32: Espesores mínimos de las tuberías de acero según Ec.2.23.

Diámetro (mm.)	Espesor para $P_r=10 \text{ kg/cm}^2$ (mm.)
250	0,508
500	1,016

### 2.3.8.- PERFIL DE LA CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN.

La figura 16 muestra el perfil del terreno por donde discurrirá.

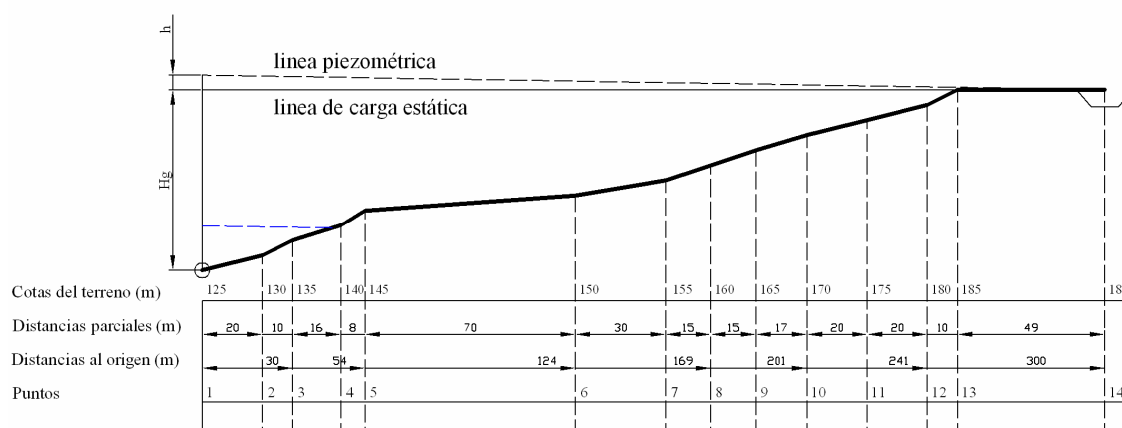


Figura 16. Perfil del terreno de la línea de impulsión.

### 2.3.9.- VÁLVULAS VENTOSA.

Como se ha explicado en el apartado 2.2.9 del Anexo 2 la instalación debe ir protegida con válvulas ventosa en su sistema de bombeo.

Localización de las válvulas ventosa en el sistema de bombeo.



- Puntos en que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica (tanto incrementando o disminuyendo la pendiente): doble efecto. En el punto 5 y el punto 13 del perfil de impulsión.
- Puntos elevados de la tubería (arqueta válvula): doble efecto.
- Salida de los grupos de bombeo: efecto cinético o doble efecto en un punto alto.

Por tanto se instalarán válvulas ventosa en los siguientes puntos:

- Puntos 5 y 13 del perfil de impulsión, ventosas de doble efecto.
- En el colector de chapa a la salida de las bombas. Una ventosa de doble efecto o trifuncional.

El dimensionado de estas válvulas deberá seguir la pauta marcada en el apartado 2.2.9 del Anexo 2 del presente proyecto.

### **2.3.10.- DETERMINACIÓN DEL TIMBRAJE DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN.**

Los timbrajes comerciales de las tuberías de PRFV son de 20, 60, 100, 120 y 160 m.c.a., pero se tendrá en cuenta solo los de 60 y 100 para no tener tanta variedad de tuberías de diferentes timbrajes. Para determinar el timbraje de cada tramo de tubería se trazará una línea paralela a la línea piezométrica a la distancia de los timbrajes (60 y 100) menos 10 m.c.a que tomamos como margen de seguridad. Donde corte la paralela con la línea de perfil, será el punto orientativo donde se deberá cambiar el timbraje, según indica la figura que sigue.

El cambio de timbraje según la línea se habría de producir en el punto 4 (ver figura 16) pero por las características del perfil, se realizará en el cambio de pendiente del punto 5. Por tanto se instalarán los siguientes timbrajes.

- 100 m.c.a. Desde el punto 1 hasta el punto 5.





- 60 m.c.a. Desde el punto 5 hasta el embalse.

### **2.3.11.- FUNCIONAMIENTO.**

Para las siguientes descripciones se recomienda ver planos 3.7 a 3.9.

- Se recomienda que la puesta en funcionamiento de las bombas se realice mediante sondas de nivel automatizadas.
- Las bombas se han elevado 0,6 m. sobre el nivel del terreno de forma que las posibles inundaciones no afecten al funcionamiento de los motores.
- La salida de las bombas, en el colector, cuenta con un sistema de protección mediante ventosa de triple efecto.
- Cada una de las bombas dispone además de una válvula de retención y control de bomba..
- Si se produjese un fenómeno transitorio destructivo, se cuenta con una válvula de apertura rápida de forma que se pueda instantáneamente evacuar el exceso de presión en la red, descargando hacia el depósito de captación.
- La red dispone además de una válvula de cierre manual y de una válvula de vaciado (válvula contragolpe de ariete) para poder efectuar reparaciones y pruebas en el sistema de bombeo.
- La impulsión hasta el embalse se realizará mediante una conducción de Poliéster reforzado con fibra de vidrio de SN- 5000 y diámetro 500 mm., para vencer un desnivel de 60 metros.



---

## **2.4.- ANEXO 4: OBRAS AUXILIARES.**

### **2.4.1.- OBJETO DEL ANEXO.**

El objeto del presente anexo es hacer una real y detallada descripción de las obras civiles auxiliares necesarias para el correcto funcionamiento y puesta en marcha de las instalaciones proyectadas.

### **2.4.2.- INSTALACIONES ENTERRADAS.**

Todas las tuberías, tanto las de impulsión, como las de la red de riego, irán enterradas, excepto en los puntos en que por las características de los elementos deban ir en el exterior (caseta de bombeo, equipo de filtrado...).

#### **2.4.2.1.- Zanjas.**

Las canalizaciones realizadas en PVC y en PRFV y proyectadas para suministro de agua, deben ser enterradas a una profundidad tal que queden protegidas de las heladas, y pormenorizar así el riesgo de reventamiento por este motivo.

Hay que proteger el tubo con una adecuada profundidad de zanja, para que las cargas móviles que accidentalmente pudiesen pasar sobre el tubo, puedan distribuirse suficientemente por medio de la masa de tierra que los recubre.

La carga de tierra sobre la tubería será mayor cuanto más ancha sea la zanja en la parte superior y, teniendo en cuenta que el peso de tierra sobre la misma debe limitarse a un mínimo, no es prudente darle a la zanja una anchura excesiva. Si por cualquier causa, hubiese necesidad de dar a la zanja una anchura mayor de la necesaria, se ensanchará su parte superior, disponiendo sus paredes en declive pero siempre por



encima del tubo. Procediendo de esta forma, el ensanchamiento no representará un mayor peso de tierra sobre el tubo.

En grandes desniveles en la que la zanja sigue más o menos la pendiente más favorable, la profundidad no será nunca inferior a 1 m. más el diámetro del tubo, para evitar que los arrastres de tierra dejen el tubo al descubierto.

#### 2.4.2.1.1.- Sección de las zanjas.

Siempre que la naturaleza del terreno y los medios de excavación lo permitan, las paredes de la zanja serán verticales (véase Figura 17) por razones de economía, reparto del peso de las tierras y de las cargas móviles. Deberán separarse las tierras excavadas de los bordes para evitar posibles derrumbamientos.

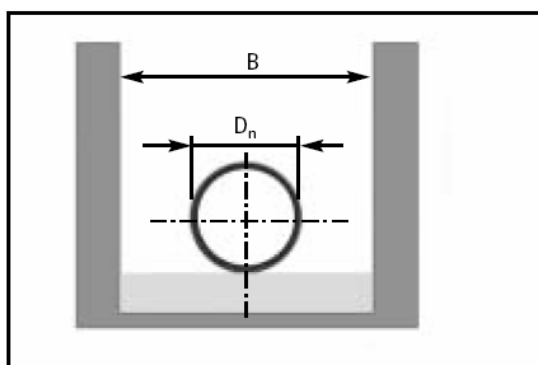


Figura 17. Zanja con paredes verticales.

De no ser posible conseguir la zanja vertical o con pequeños taludes, se recomienda una sección según Figura 18, teniendo en cuenta que la generatriz superior del tubo esté dentro de la sección de paredes verticales.

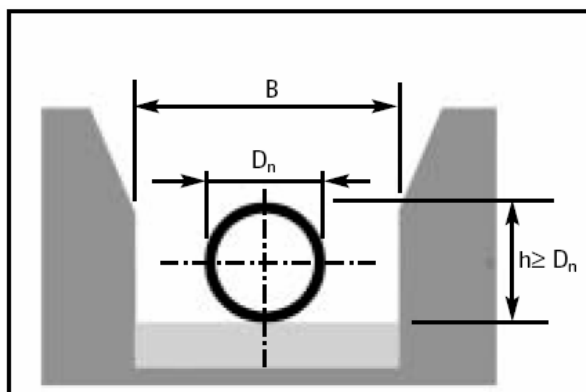


Figura 18. Zanja con pequeños taludes.

#### 2.4.2.1.2.- Dimensiones de las zanjas.

##### Anchura

La anchura de la zanja B (figuras 17 y 18) vendrá determinada por la fórmula:

$$B = DN + 0,5$$

Ec. 2.24

Siendo:

B      m      Anchura de la zanja. (Con un mínimo de 0,6 m.)

DN    m      Diámetro exterior del tubo.

##### Profundidad de zanja

La profundidad de la zanja es función de las cargas fijas y móviles si existen, de la protección de las tuberías frente a las temperaturas ambientales extremas, de su diámetro, y de las condiciones particulares de la obra. En principio no se prevén cargas móviles continuas, pero si ocasionales en ciertos puntos por el paso de vehículos y maquinaria agrícola cuando un ramal coincida con el acceso a una finca o se cruce algún camino. En el caso de cruce de camino de paso habitual de vehículos se tratará en el apartado 2.4.4 del presente anexo.



Tanto las tuberías de PVC como las de PRFV PN 10 SN 5000, pueden instalarse en zanjás de hasta 3 metros sin problemas de deformaciones causadas en éstas por la carga de la tierra de relleno.

La profundidad será definida, teniendo en cuenta el espacio que ocupa la capa de tierra seleccionada del fondo de la zanja sobre la que se apoyará el tubo, y será de al menos 0,8 metros por encima de la generatriz superior de la tubería hasta llegar a la línea de rasante del terreno.

$$H = DN + h_l + 0,8$$

**Ec. 2.25**

Siendo:

H	m	Profundidad de la zanja.
DN	m	Diámetro exterior del tubo.
hl	m	Altura del lecho de la zanja. 0,1 m.

### **Lecho.**

- En las zanjás se debe excavar hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme.
- En el caso de que queden al descubierto piedras, derribos, etc., es necesario excavar por debajo de la rasante, efectuando un relleno posterior del lecho.
- La pendiente del fondo de la zanja debe ser uniforme para evitar crestas innecesarias a la tubería, origen de posterior acumulación de aire en el interior de la misma, obligando a colocar en todos estos puntos ventosas para su expulsión.
- La tubería no se debe apoyar directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre lecho de tierra seleccionada o arena, de al menos 100 mm de altura, cuidadosamente compactada y con pendiente uniforme.
- Se deben eliminar del fondo de la zanja piedras y puntos duros que pudieran aflorar o entrar en contacto con el tubo.

- En las uniones y accesorios, con el fin de no dominar la tubería, es conveniente efectuar un vaciado a mano, de profundidad suficiente y rellenado de nuevo con el mismo material.
- La zona primaria del tubo se rellena normalmente con materiales de grava y arena y compactada al 90% DPN cuando la profundidad a que van enterrados no excede 3 metros, y la zona secundaria puede rellenarse con el suelo nativo sin compactar. (Ver Figura 19).

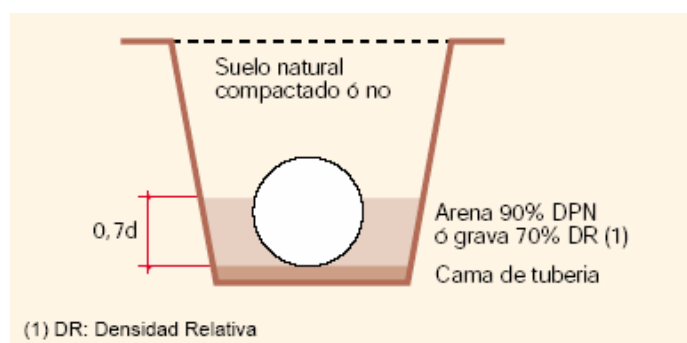


Figura 19

#### 2.4.3.- BLOQUES DE EMPUJE.

Los bloques de empuje (muertos y anclajes) son necesarios para evitar que los accesorios y juntas se muevan cuando se aplica presión a la tubería. Excepto en las curvas de gran radio que se obtienen por curvado del propio tubo donde los empujes que se crean pueden ser absorbidos por apuntalamiento o por el propio relleno de zanja, en el resto de los cambios de dirección de la conducción, o en los finales, es necesario prever anclajes de hormigón para repartir la carga de empuje sobre la pared de la zanja.

Se necesitan bloques de empuje siempre que la tubería (ver figura 20):

- Cambia de dirección.
- Se termina.
- Cambia de diámetro.
- Pueda desarrollar un empuje, p. ej. de una válvula.

A efectos de proyecto, como presión en un empalme deberá tomarse la mayor de la correspondiente clase de tubo o bien la presión máxima que trabajará en el campo.

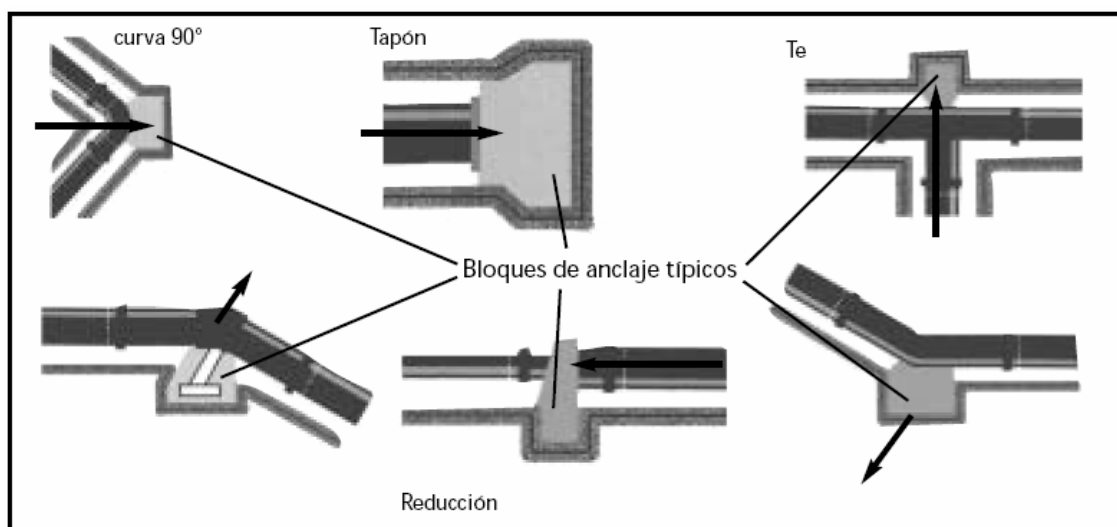


Figura 20. Tipos de anclaje clásicos.

#### 2.4.3.1.- Magnitud del empuje sobre elementos singulares.

Todas las ecuaciones presentadas en este apartado han sido extraídas del Prontuario de tuberías de poliéster centrifugado (PRFV) Uralita.

- Codo.

La fuerza resultante puede determinarse a partir de:

$$E = 15,4 \cdot H \cdot D^2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

Ec. 2.26

Siendo:

- |   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
| H | m | Presión total.             |
| D | m | Diámetro externo del tubo. |



E      kN      Empuje resultante.

- T o tapón.

La fuerza resultante puede determinarse a partir de:

$$E = 7,7 \cdot H \cdot D^2$$

**Ec. 2.27**

Siendo:

H      m      Presión total.

D      m      Diámetro externo del tubo.

E      kN      Empuje resultante.

La magnitud de esta fuerza es equivalente a la de un codo de 60° del mismo diámetro.

- Conos de reducción.

La fuerza resultante puede determinarse a partir de:

$$E = 7,7 \cdot H \cdot (D_1^2 - D_2^2)$$

**Ec. 2.28**

Siendo:

H              m      Presión total.

D1 y D2      m      Diámetros externos de los tubos.

E              kN      Empuje resultante.

#### **2.4.3.2.- Mayoración del empuje.**

El empuje resultante se mayorará con un coeficiente de 1,5.





$$E^* = 1,5 \cdot E$$

**Ec. 2.29**

Siendo:

$E^*$      kN     Empuje resultante ponderado.

$E$      kN     Empuje resultante.

#### **2.4.3.3.- Determinación del área portante de los bloques de empuje.**

Para resistir el empuje horizontal en un empalme, los bloques de empuje deberán tener una superficie portante lo bastante grande para permitir que el empuje se distribuya sobre un área de suelo que sea capaz de absorber esta presión.

$$A_{\min} = \frac{E^*}{P_{ps}}$$

**Ec. 2.30**

Siendo:

$A_{\min}$      m<sup>2</sup>     Área portante mínima necesaria.

$E^*$      kN     Empuje resultante ponderado.

$P_{ps}$      kPa     Presión portante de seguridad.

Para empujes verticales que actúan hacia abajo, la presión portante de seguridad de los distintos suelos puede tomarse como dos veces la de los empujes horizontales.

Para un codo vertical, o una reducción que induzca un empuje hacia arriba, el bloque de hormigón debiera tener masa suficiente para contrarrestar el empuje.



#### 2.4.3.3.1.- Cálculo del área portante de los bloques de empuje.

Datos de partida:

- Tuberías:
  - PRFV PN 10 SN 5000
  - PVC PN 10
  
- Presión portante del terreno:

Según el Prontuario de tuberías de Poliéster de la firma Uralita las presiones portantes de los distintos terrenos son las mostradas en la Tabla 33.

Tabla 33: Presión portante de seguridad de los diferentes tipos de terreno.

Material	Presión Portante de Seguridad (kPa)
Turba, arena movediza, ceniza, estiercol, etc	0
Arcilla Blanda	50
Arcilla media, greda arenosa	100
Arena y grava Arcilla dura	150
Arena y grava cimentadas con arcilla	200
Roca	240

Dado que a lo largo del terreno que incumbe a este proyecto el tipo de terreno varía entre arcilla media y dura y Arena y grava, se considerará el peor de los casos posibles, es decir consideraremos el terreno con una presión portante de 100 kPa.

- Presión de las tuberías:

Los cálculos se realizarán considerando una presión máxima de las tuberías de 80 m.c.a.



En las siguientes tablas se presentan los resultados calculados de las áreas portantes de los distintos elementos según su diámetro.

Tabla 34: Área portante de bloques de empuje para codos de 90°. Calculados según la Ec.2.30 para una presión de 80 m.c.a. y una presión portante del terreno de 100 kPa.

Codo 90°				
Material	Dext	Empuje	Empuje mayorado	Area portante
	(mm)	(kN)	(kN)	(m2)
PVC	90	7,06	10,58	0,11
PVC	110	10,54	15,81	0,16
PVC	125	13,61	20,42	0,20
PVC	140	17,07	25,61	0,26
PVC	160	22,30	33,45	0,33
PVC	180	28,23	42,34	0,42
PVC	200	34,85	52,27	0,52
PVC	250	54,45	81,67	0,82
PVC	315	86,44	129,66	1,30
PRFV	376	123,16	184,74	1,85
PRFV	427	158,84	238,26	2,38
PRFV	530	244,71	367,06	3,67
PRFV	616	330,57	495,85	4,96

Tabla 35: Área portante de bloques de empuje para codos de 45°. Calculados según la Ec.2.30 para una presión de 80 m.c.a. y una presión portante del terreno de 100 kPa.

Codo 45°				
Material	Dext	Empuje	Empuje mayorado	Area portante
	(mm)	(kN)	(kN)	(m2)
PVC	90	3,82	5,73	0,06
PVC	110	5,70	8,56	0,09
PVC	125	7,37	11,05	0,11
PVC	140	9,24	13,86	0,14
PVC	160	12,07	18,10	0,18
PVC	180	15,28	22,91	0,23
PVC	200	18,86	28,29	0,28
PVC	250	29,47	44,20	0,44
PVC	315	46,78	70,17	0,70
PRFV	376	66,65	99,98	1,00
PRFV	427	85,96	128,94	1,29
PRFV	530	132,43	198,65	1,99
PRFV	616	178,90	268,35	2,68



Tabla 36: Área portante de bloques de empuje para codos de 22,5°. Calculados según la Ec.2.30 para una presión de 80 m.c.a. y una presión portante del terreno de 100 kPa.

Codo 22,5°				
Material	Dext	Empuje	Empuje mayorado	Area portante
	(mm)	(kN)	(kN)	(m2)
PVC	90	1,95	2,92	0,03
PVC	110	2,91	4,36	0,04
PVC	125	3,76	5,63	0,06
PVC	140	4,71	7,07	0,07
PVC	160	6,15	9,23	0,09
PVC	180	7,79	11,68	0,12
PVC	200	9,61	14,42	0,14
PVC	250	15,02	22,53	0,23
PVC	315	23,85	35,77	0,36
PRFV	376	33,98	50,97	0,51
PRFV	427	43,82	65,73	0,66
PRFV	530	67,51	101,27	1,01
PRFV	616	91,20	136,80	1,37

Tabla 37: Área portante de bloques de empuje para codos de 11,25°. Calculados según la Ec.2.30 para una presión de 80 m.c.a. y una presión portante del terreno de 100 kPa.

Codo 11,25°				
Material	Dext	Empuje	Empuje mayorado	Area portante
	(mm)	(kN)	(kN)	(m2)
PVC	90	0,98	1,47	0,01
PVC	110	1,46	2,19	0,02
PVC	125	1,89	2,83	0,03
PVC	140	2,37	3,55	0,04
PVC	160	3,09	4,64	0,05
PVC	180	3,91	5,87	0,06
PVC	200	4,83	7,24	0,07
PVC	250	7,55	11,32	0,11
PVC	315	11,98	17,97	0,18
PRFV	376	17,07	25,61	0,26
PRFV	427	22,02	33,02	0,33
PRFV	530	33,92	50,88	0,51
PRFV	616	45,82	68,73	0,69



Tabla 38: Área portante de bloques de empuje para T, tapones o codos 60°. Calculados según la Ec.2.30 para una presión de 80 m.c.a. y una presión portante del terreno de 100 kPa.

T, Tapón o codo 60°				
Material	Dext (mm)	Empuje (kN)	Empuje mayorado (kN)	Área portante (m2)
PVC	90	4,99	7,48	0,07
PVC	110	7,45	11,18	0,11
PVC	125	9,63	14,44	0,14
PVC	140	12,07	18,11	0,18
PVC	160	15,77	23,65	0,24
PVC	180	19,96	29,94	0,30
PVC	200	24,64	36,96	0,37
PVC	250	38,50	57,75	0,58
PVC	315	61,12	91,68	0,92
PRFV	376	87,09	130,63	1,31
PRFV	427	112,31	168,47	1,68
PRFV	530	173,03	259,55	2,60
PRFV	616	233,74	350,62	3,51

Tabla 39: Área portante de bloques de empuje para conos de reducción. Calculados según la Ec.2.30 para una presión de 80 m.c.a. y una presión portante del terreno de 100 kPa.

Conos de reducción					
Material	D1ext (mm)	D2ext (mm)	Empuje (kN)	Empuje mayorado (kN)	Área portante (m2)
PVC	315	250	22,62	33,93	0,34
PVC	250	200	13,86	20,79	0,21
PVC	200	160	8,87	13,31	0,13
PVC	160	140	3,70	5,54	0,06
PVC	140	125	2,45	3,67	0,04
PVC	125	110	2,17	3,26	0,03
PVC	110	90	2,46	3,70	0,04
PRFV	600	400	123,20	184,80	1,85
PRFV	400	350	23,10	34,65	0,35

#### 2.4.3.3.2.- Forma y dimensiones de los bloques de empuje.

a) Codos.

La forma y dimensiones de los bloques de empuje para codos deben hacerse de acuerdo con las figuras 21 y 22.

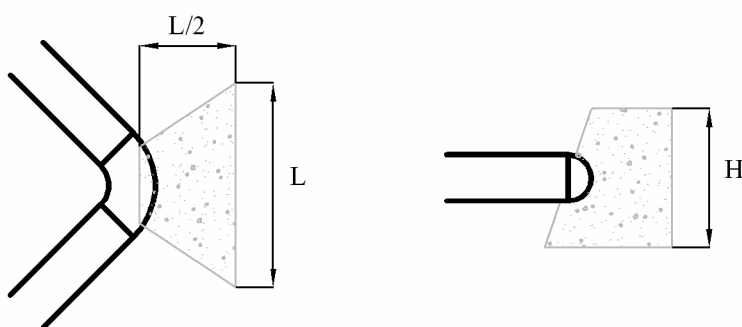


Figura 21. Codos horizontales

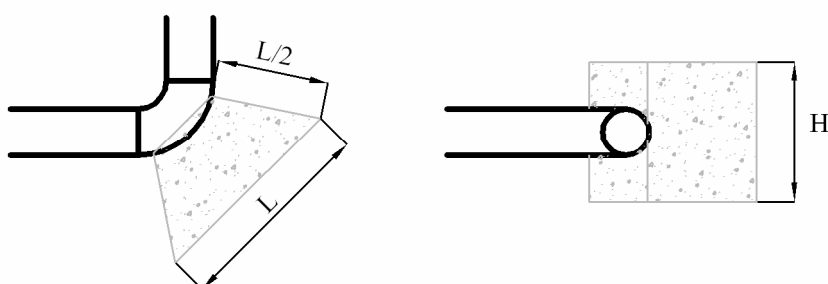


Figura 22. Codos verticales.

Las dimensiones de los bloques de empuje de los codos según su diámetro y el ángulo de estos serán los que marcan las tablas 40 y 41.



Tabla 40. Dimensiones de los codos mayores de 45°.

Codo > 45°				
Material	Dext	Área portante	H	L
	(mm)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)
PVC	90	0,11	0,27	0,39
PVC	110	0,16	0,33	0,48
PVC	125	0,20	0,38	0,54
PVC	140	0,26	0,42	0,61
PVC	160	0,33	0,48	0,70
PVC	180	0,42	0,54	0,78
PVC	200	0,52	0,60	0,87
PVC	250	0,82	0,75	1,09
PVC	315	1,30	0,95	1,37
PRFV	376	1,85	1,13	1,64
PRFV	427	2,38	1,28	1,86
PRFV	530	3,67	1,59	2,31
PRFV	616	4,96	1,85	2,68

Tabla 41. Dimensiones de los codos menores de 45°.

Codo < 45°				
Material	Dext	Área portante	H	L
	(mm)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)
PVC	90	0,06	0,27	0,21
PVC	110	0,09	0,33	0,26
PVC	125	0,11	0,38	0,29
PVC	140	0,14	0,42	0,33
PVC	160	0,18	0,48	0,38
PVC	180	0,23	0,54	0,42
PVC	200	0,28	0,60	0,47
PVC	250	0,44	0,75	0,59
PVC	315	0,70	0,95	0,74
PRFV	376	1,00	0,75	1,33
PRFV	427	1,29	0,85	1,51
PRFV	530	1,99	1,06	1,88
PRFV	616	2,68	1,23	2,18

b) T o tapones.

La forma y dimensiones de los bloques de empuje para T o tapones deben hacerse de acuerdo con la figura 23.

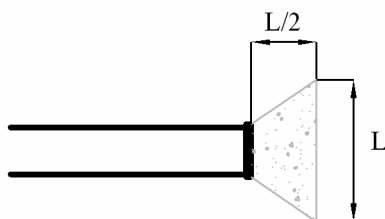


Figura 23. Tapones.

Las dimensiones de los bloques de empuje de los codos según su diámetro y el ángulo de estos serán los que marcan la tabla 42.

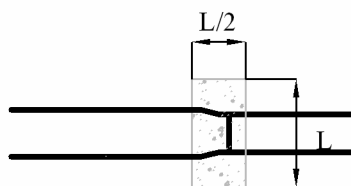
Tabla 42. Dimensiones de las T o tapones.

T o tapón			
Material	Dext	Área portante	L
	(mm)	(m2)	(m)
PVC	90	0,07	0,27
PVC	110	0,11	0,33
PVC	125	0,14	0,38
PVC	140	0,18	0,43
PVC	160	0,24	0,49
PVC	180	0,30	0,55
PVC	200	0,37	0,61
PVC	250	0,58	0,76
PVC	315	0,92	0,96
PRFV	376	1,31	1,14
PRFV	427	1,68	1,30
PRFV	530	2,60	1,61
PRFV	616	3,51	1,87

### c) Conos de reducción.

La forma y dimensiones de los bloques de empuje para conos de reducción deben hacerse de acuerdo con la figura 24.



**Figura 24. Conos de reducción.**

Las dimensiones para conos de reducción horizontales según sus diámetros serán las que marca la tabla 43.

Tabla 43. Dimensiones de las T o tapones.

Conos de reducción				
Material	D1ext	D2ext	Área portante	L
	(mm)	(mm)	(m2)	(m)
PVC	315	250	0,34	1,06
PVC	250	200	0,21	0,91
PVC	200	160	0,13	0,80
PVC	160	140	0,06	0,70
PVC	140	125	0,04	0,66
PVC	125	110	0,03	0,61
PVC	110	90	0,04	0,57
PRFV	600	400	1,85	1,76
PRFV	400	350	0,35	1,20

Para conos de reducción que ejercen una fuerza vertical hacia arriba, la masa del bloque de hormigón debe compensar dicha fuerza.

Se utilizará un hormigón de densidad de 2000 kg/m<sup>3</sup>.

La masa del bloque cuya forma está definida en la figura 24 será:

$$M = \left( L \cdot L \cdot \frac{L}{2} \right) \rho - \left( \frac{\pi \cdot L / 2 \cdot \left( \left( \frac{D}{2} \right)^2 + \left( \frac{d}{2} \right)^2 + \left( \frac{D}{2} \right) \cdot \left( \frac{d}{2} \right) \right)}{3} \right) \cdot \rho$$

**Ec. 2.31**



Siendo:

- M     kg     Masa del bloque.  
 L     m     Longitud de la arista del cubo.  
 $\rho$    kg/m<sup>3</sup> Densidad del hormigón. (2.000 kg/m<sup>3</sup>)  
 D     m     Diámetro de la sección mayor del cono de reducción.  
 d     m     Diámetro de la sección menor del cono de reducción.

Como  $E^* < M$ , se comprueba que la masa de un bloque de empuje horizontal, es mayor que el empuje realizado por la tubería.

Tabla 44. Masa de los bloques de empuje para conos de reducción.

Masa de los bloques de empuje para conos de reducción					
Material	D1ext	D2ext	Empuje mayorado	L	Masa
	(mm)	(mm)	(kN)	(m)	kg
PVC	315	250	33,93	0,73	207,76
PVC	250	200	20,79	0,58	100,42
PVC	200	160	13,31	0,46	51,41
PVC	160	140	5,54	0,34	15,81
PVC	140	125	3,67	0,29	8,96
PVC	125	110	3,26	0,27	7,21
PVC	110	90	3,70	0,25	7,72
PRFV	600	400	184,80	1,53	2383,87
PRFV	400	350	34,65	0,86	247,06

Se aprecia que la masa de los bloques de empuje, es mayor que el empuje de la tubería. Por tanto se emplearán las mismas dimensiones en los bloques de empuje tanto horizontales como verticales.

## 2.4.4.- PASOS DE CAMINOS, CARRETERAS Y ACEQUIAS DE RIEGO.

### 2.4.4.1.- Pasos de carreteras y caminos asfaltados.

Habrà un único paso de la carretera A-131. Este paso deberá realizarse atravesando la carretera perpendicularmente, mediante perforación con un tubo de acero



en la base de ésta, por donde se pasará el tubo correspondiente. Este paso se hará siguiendo los planos 6.1 y 6.2.

Los pasos de caminos asfaltados para tuberías de la red se harán alojando la misma en una camisa de acero de 10 mm. de espesor. La longitud del paso será como máximo de 40 m.

La zanja donde se alojará la tubería irá rellena de hormigón en masa hasta 0,20 m. por encima de la clave del tubo, teniendo igualmente un lecho de hormigón de 0,20 m. Se rellenarán 1,4 m., de material granular. Encima de este relleno se colocará la sub-base del camino de 0,20 m. de espesor sobre la que se dispondrá la base del camino o carretera.

Profundidad de la zanja:

$$H = 0,2 + DN_{ta} + 0,2 + 1,4$$

**Ec. 5.32**

Siendo:

H	m	Profundidad de la zanja. (Hasta la base del camino)
DN <sub>ta</sub>	m	Diámetro exterior del tubo de acero.
hl	m	Altura del lecho de la zanja. 0,1 m.

#### **2.4.4.2.- Pasos de caminos rurales.**

Las tuberías discurrirán en muchas ocasiones por laterales de caminos rurales y sendas municipales, debiendo cruzar éstos cuando el trazado de la red lo indique.

Para el paso de estos caminos, de vehículos agrícolas de poco tonelaje principalmente, se comprueba si la rigidez del tipo de tubería es suficiente, o es necesario un tipo de tubería de mayor rigidez o algún tipo de protección especial para ésta. Esto se comprueba mediante un proceso de comprobación en tablas facilitadas por



el fabricante, que determinan la profundidad máxima de enterrado de tuberías según el material del suelo y de relleno.

1). Se determina el tipo de suelo de la región mediante la tabla 45.

Tabla 45: Clasificación de grupos de suelo nativo

Grupo de suelo	Suelos cohesivos		Suelos granulares	
	Tipo	Cohesión (Kpa)	Tipo	Ángulo de fricción
<b>1</b>	Muy rígido	192-384	Compacto	33
<b>2</b>	Rígido	96-192	Levemente compacto	30
3	Medio	48-96	Suelto	29
4	Blando	24-48	Muy suelto	28
5	Muy blando	13-24	Muy suelto	27
6	Muy, muy blando	0-12	Muy, muy suelto	26

Se toma como grupo de suelo el 1 o el 2 ya que los caminos son zonas de terreno compactadas por el paso de vehículos.

2). Se determina el tipo de material de relleno mediante la tabla 46.

Tabla 46: Tipos de material de relleno.

Tipo	Descripción	
<b>A</b>	Gravas	<12% finos
B	Arenas limpias	<12% finos
C	Arenas con finos	12-35% finos
D	Arenas arcillosas	35-50% finos. LL<40%
E	Limos y arcillas	50-70% finos. LL<40%
F	Limos y arcillas	Baja plasticidad. LL<40%

Se utilizarán material de relleno del tipo A (gravas) para el relleno en las zonas de paso de caminos.

3). Definidos el material de relleno, y el grado de compactación de éste, se obtiene mediante la tabla 47, el Modulo de resistencia pasiva del material de relleno.



Tabla 47: Modulo de resistencia pasiva del material de relleno según compactación relativa.

Relleno	Valores (MPa) a compactación relativa.			
Tipo	80%	85%	90%	95%
A	16	18	20	22
B	7	11	16	19
C	6	9	14	17
D	3	6	9	10
E	3	6	9	10
F	3	6	9	10

Se deberá realizar una compactación relativa de al menos un 90%, para que posteriormente no se sufran asentamientos con el paso de vehículos que puedan causar daños a las tuberías. El valor del Modulo de resistencia pasiva del material de relleno que determina la tabla es de 20 MPa.

4). La tabla 48 determina la profundidad máxima de relleno para tuberías de rigidez SN5000, con carga de tráfico, según el tipo de suelo determinado y el Módulo de resistencia pasiva del material de relleno.

Tabla 48: Profundidad máxima de relleno según tipo de suelo y Modulo de resistencia pasiva del material de relleno.

Modulo de resistencia pasiva del suelo (MPa)	Clase de rigidez: SN 5000					
	Grupo de suelo nativo					
	1	2	3	4	5	6
	Profundidad máxima de relleno con carga de tráfico.(m)					
20,7	23	18	12	7	3	NA
13,8	18	15	10	6,5	2,4	NA
10,3	15	13	9	6	2,4	NA
6,9	11	10	8	5	NA	NA
4,8	8,5	7,5	6,5	4,5	NA	NA
3,4	6	6	5	4	NA	NA
2,1	4	4	3,5	3,5	NA	NA
1,4	2,4	2,4	2,2	NA	NA	NA



La tabla 48 determina una profundidad máxima de relleno, según el tipo de suelo elegido en la tabla 45 de 18m. y 23 m. Por tanto no es necesario realizar ninguna obra auxiliar especial para el paso de caminos rurales y sendas. Se realizarán las zanjas tal como se determina en el apartado 2.4.2 del presente anexo pero utilizando materiales del tipo A en todo el relleno de la zanja, y realizando un compactado relativo del 90%, para evitar que se produzcan asientos irregulares.

#### **2.4.4.3.- Sifones.**

Se colocarán sifones en todos los pasos de carreteras y acequias de riego que vienen indicados en los planos. Se tratará de tuberías que suben por encima del nivel habitual de discurso de la tubería, atraviesan la acequia (por encima) o carretera (por debajo de ésta pero, por encima del nivel habitual de la tubería) y bajan de nuevo volviendo al curso habitual.

A la entrada y salida de este cruce se dispondrán sendas ventosas alojadas en sus respectivas arquetas.

El sifón constará de cuatro codos con sus respectivos bloques de empujes de hormigón en masa y su longitud dependerá de la anchura del cauce.

#### **2.4.5.- RECINTOS DE PROTECCIÓN DE HIDRANTES Y VÁLVULAS.**

Todos los elementos de la red que estén en la superficie y no enterrados en zanja, irán protegidos de los agentes externos, vandalismo y manipulación, por recintos de hormigón prefabricado. Estos recintos contarán con una tapa superior de chapa metálica que pueda mantenerse cerrada mediante candado o dispositivo similar, que sólo podrá ser abierta bajo permiso de la comunidad de regantes.



---

**2.4.5.1.- Recintos para hidrantes.**

Cada hidrante irá protegido por un marco rectangular de hormigón prefabricado de dimensiones interiores 2,2x1,5 m y 1,2m de altura (ver plano 4.1). Dicho marco irá enterrado 0,2m bajo el nivel de suelo, quedando la tapa a una altura de 1m. sobre el suelo.

La tapa de chapa metálica estará compuesta por 2 hojas de 1,15x1,60m. para mayor facilidad de apertura.

**2.4.5.2.- Recintos para ventosas.**

Cada válvula ventosa irá protegida por un recinto compuesto por un tubo de hormigón prefabricado en posición vertical de diámetro interior 1.000mm y 1.500mm de longitud (ver plano 5.1). Dicho tubo irá enterrado 0,5m bajo el nivel de suelo, quedando la tapa a una altura de 1m sobre el suelo.

La tapa será de chapa metálica de 1.050mm. de diámetro.



## 2.5.- ANEXO 5: DIMENSIONADO INSTALACIONES.

### 2.5.1.- OBJETO DEL ANEXO

El objeto de este anexo es definir las características dimensionales de algunas instalaciones y recintos, que aunque su diseño no es competencia del presente proyecto, deben cumplir algunos requisitos para que las instalaciones en este proyecto diseñadas funcionen correctamente tal como han sido proyectadas.

### 2.5.2.- EMBALSE.

El embalse se realizará en unos terrenos cedidos por el Ayuntamiento de Fraga a la comunidad de regantes. Estos terrenos se encuentran a una cota de entre 185 y 187 metros y se dispone de unos 50.000 m<sup>2</sup>. Las características que debe tener este embalse para que las instalaciones de la red de riego y el equipo de bombeo funcionen tal como han sido proyectadas en los anexos anteriores deben ser:

- Cota de fondo del embalse de 179 m. como mínimo.
- Cota de la lámina superior de agua del embalse de 185 m.
- La capacidad del embalse debe de ser la suficiente como para abastecer a la red de riego durante dos días en la época de máxima demanda, por si por alguna causa el sistema de bombeo sufriera alguna avería. Viene calculada por:

$$337,92ha \cdot 64,71(m^3 / ha \cdot dia) \cdot 2dias = 43.733,60m^3$$

### 2.5.3.- DEPÓSITO DE CAPTACIÓN.

Será un depósito que en su vista en planta tendrá la forma de un trapecio isósceles (ver planos 3.5 y 3.6) de base mayor de 8,608 m de longitud, base menor de 4,596 m y altura de 2,400m. Tendrá una profundidad mínima de 5,900 m y máxima de 6,200 m. Se encuentra enterrado hasta cota de coronación. En su lado de menor





profundidad se disponen las ubicaciones de las bombas de impulsión que se sitúan en una plataforma elevada sobre la rasante del terreno 0,60 m.

Este depósito tomará el agua de la acequia de riego por 2 aperturas en la base mayor, una que permitirán la entrada de agua para el llenado, y otra que permitirá la vuelta del agua a la acequia una vez el depósito esté en su nivel máximo que coincidirá con el nivel máximo de la acequia.

#### **2.5.4.- RECINTO DE INSTALACIONES DE BOMBEO.**

Este recinto deberá tener las dimensiones mínimas marcadas en los planos 3.4 y 3.5 así como las aperturas indicadas en el plano a la distancia correspondiente, que comunican dicho recinto con el depósito de captación que se encuentra debajo para permitir la correcta instalación de las bombas y de la válvula anticipadora de onda.

La cota a la que se encontrará el suelo del recinto de bombas deberá ser 125 m.

#### **2.5.5.- RECINTO DE FILTRADO.**

Al lado del recinto de bombas deberá haber una solera cuadrada de hormigón, tal como se indica en el plano 3.4, donde irá instalado todo el sistema de filtrado. Esta solera de hormigón se dispone para poder anclar bien los soportes de los colectores de filtrado.



## **2.6.- ANEXO 6: METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE DIMENSIONADO Y SIMULACIÓN DE REDES.**

### **2.6.1.- OBJETO.**

El objeto del presente anexo es el de presentar la metodología de cálculo y las técnicas de análisis empleadas por el “software” GESTAR 1.5. Este programa de cálculo y simulación de redes, ha sido utilizado para el dimensionado y la simulación de la red de riego en el presente proyecto en el Anexo 2 y para la simulación del sistema de bombeo en el Anexo 3.

GESTAR 1.5 es un programa de dominio público y puede descargarse libremente en la página web de la Universidad de Zaragoza.

### **2.6.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.**

GESTAR 1.5 constituye la tercera versión de un paquete de simulación de sistemas presurizados de distribución de fluidos orientado al diseño, análisis y gestión de sistemas de riego. Ante la ausencia, limitación u obsolescencia de “software” específico de análisis y gestión de redes de riego presurizadas se acometió el desarrollo de GESTAR aprovechando la generalidad, flexibilidad y potencia de las técnicas de análisis habitualmente empleadas en sistemas hidráulicos complejos, convenientemente adaptadas a los propósitos de diseño y gestión de regadíos.

GESTAR aborda la simulación hidráulica de redes presurizadas en régimen estacionario en el contexto de los sistemas de riego utilizando procedimientos numéricos avanzados, que se conjugan eficazmente con un “interface” gráfico que permite la explotación cómoda y eficiente de tales recursos gracias a herramientas específicamente concebidas para ello.



Introduce además aproximaciones innovadoras y un conjunto de procedimientos avanzados que resuelven con seguridad una amplia gama de problemas prácticos que hasta el presente no se podían abordar o se analizaban rudimentariamente.

GESTAR comenzó su desarrollo en 1995 en virtud del convenio suscrito entre el *Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza: “Modelización Hidráulica Avanzada y Evaluación de las Redes de Riego en Aragón”*. Posteriormente ha recibido el apoyo del *Consejo Superior de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Aragón (P-43/96)* y de la *Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Programa Nacional de Recursos Hídricos HID97-0999)*.

### **2.6.3.- METODOLOGIA DEL DIMENSIONADO DE REDES RAMIFICADAS.**

GESTAR 1.5 facilita el dimensionado de redes estrictamente ramificadas, es decir una red sin mallas con un único punto de alimentación (cuya altura piezométrica puede conocerse o no), a través del programa DIOPCAL.

El programa DIOPCAL realiza el dimensionado óptimo de redes estrictamente ramificadas mediante el método de la Serie Económica. Se encuentra integrado dentro de GESTAR, por lo que se puede dimensionar una red con el método citado sin necesidad de recurrir a programas externos. DIOPCAL ha sido desarrollado en el *Grupo de Investigación y Desarrollo de Modelos Hidráulicos (IDMH)* del *Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Politécnica de Valencia* dentro del proyecto coordinado del *Plan Nacional de I+D, HID98 –0341-C03-01*).



### 2.6.3.1.- Desarrollo teórico de la generalización del Método de la Serie Económica con altura conocida en cabecera.

El desarrollo teórico de la generalización que se presenta toma como base el desarrollo "tradicional" del Método de la Serie Económica, extraído del manual de la aplicación DIOPCAL.

El problema que se aborda con el Método de la Serie Económica consiste en el dimensionado económico de una serie de tuberías, conociendo los caudales de línea y debiendo satisfacerse una única restricción de presión mínima en el extremo aguas abajo de la serie, todo ello bajo la hipótesis de diámetros continuos.

La serie de tuberías a dimensionar transcurre entre un nodo de alimentación llamado  $0$ , cuya altura piezométrica es  $H_0$ , y un nodo extremo aguas abajo  $k$ , siendo  $S_k$  el conjunto de líneas del trayecto.

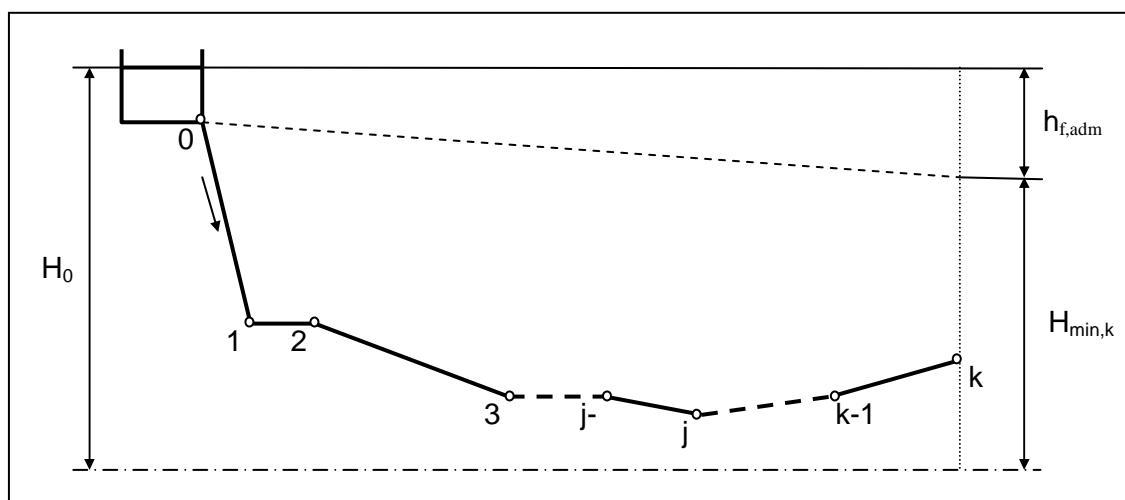
En el problema de dimensionado económico de la serie de líneas se define una única restricción de presión mínima en el nodo extremo  $k$ , expresada como

$$\sum_{j \in S_k} h_{f,j} \leq h_{f,adm} = H_0 - H_{min,k}$$

**Ec. 2.33**

donde  $h_{f,j}$  es la pérdida de carga en la línea  $j$  de la serie y  $h_{f,adm}$  representa la pérdida de carga admisible en toda la serie, siendo igual a la diferencia entre la altura piezométrica en cabecera ( $H_0$ , conocida) y la altura piezométrica mínima que desea conseguir en el nodo extremo de la serie ( $H_{min,k}$ , también conocida).

La Figura 25 muestra una representación esquemática de una serie de líneas con altura piezométrica conocida en cabecera.



**Figura 25. Serie de líneas con altura piezométrica conocida en cabecera.**

En el caso de que la serie contuviera alguna línea ya existente (es decir, con su diámetro determinado a priori) su pérdida de carga sería conocida y se descontaría del segundo miembro de la igualdad de (Ec.2.33).

En términos generales, la pérdida de carga en la línea  $j$  se puede expresar como:

$$h_{f,j} = M_j L_j q_j^{m_j} D_j^{-r_j}$$

**Ec. 2.34**

donde  $L_i$  es la longitud de la línea  $j$ ,  $D_j$  su diámetro,  $q_j$  el caudal circulante y  $M_j$  un factor que depende, al igual que los exponentes  $m_j$  y  $r_i$ , de la formulación de pérdidas que se utilice.

En la expresión general (Ec.2.34) podría incluirse un factor mayorante de pérdida de carga (para contemplar otras pérdidas de carga no consideradas específicamente). De igual modo, se podrían utilizar longitudes equivalentes en las líneas en lugar de sus longitudes reales.



Asumiendo que el coste por unidad de longitud  $C$  de un tramo genérico de tubería y su diámetro  $D$  se relacionan mediante una función de tipo exponencial (función de coste)

$$C = AD^a \quad \text{Ec. 2.35}$$

se tiene que el coste de cada una de las líneas  $j$  por dimensionar obedece a:

$$C_j = A_j D_j^{a_j} L_j \quad \text{Ec. 2.36}$$

donde los coeficientes  $A_j$  y  $a_j$  son específicos para cada línea, puesto que la función de coste no tiene por qué ser la misma para todas las líneas.

El coste total de la serie de tuberías nuevas de la serie será

$$C_T = \sum_{j \in S_k} C_j = \sum_{j \in S_k} A_j D_j^{a_j} L_j \quad \text{Ec. 2.37}$$

Por tanto, el problema de calcular el conjunto óptimo de diámetros para las líneas por dimensionar de la serie es un problema de minimización del coste total satisfaciendo las restricciones en las pérdidas de carga totales de la serie:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar} \quad & C_T = \sum_{j \in S_k} A_j D_j^{a_j} L_j && \text{(función objetivo)} \\ \text{sujeto a} \quad & \sum_{j \in S_k} M_j L_j q_j^{m_j} D_j^{-r_j} \leq h_{f,adm} && \text{(restricción)} \end{aligned} \quad \text{Ec. 2.38}$$

Este problema puede resolverse mediante el método de optimización de los Multiplicadores de Lagrange. Para ello se define una función lagrangiana auxiliar de la forma:

$$\ell(D_j, \lambda_j) = \sum_{j \in S_k} A_j D_j^{a_j} L_j + \lambda_k \left( \sum_{j \in S_k} M_j L_j q_j^{m_j} D_j^{-r_j} - h_{f,adm} \right) \quad \text{Ec. 2.39}$$



cuyas variables independientes son los diámetros de las tuberías  $D_j$  y el multiplicador de Lagrange  $\lambda_k$  correspondiente a la restricción de presión en la serie.

Las condiciones de óptimo de este problema se tienen cuando se anulan las derivadas de la función lagrangiana respecto de las variables independientes:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \ell}{\partial D_i} &= 0 \quad \forall i \in S_k \\ \frac{\partial \ell}{\partial \lambda_k} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad \text{Ec. 2.40}$$

Aplicando ambas condiciones se llega a:

$$\left. \begin{aligned} D_i &= \left( \frac{\lambda_k r_i M_i q_i^{m_i}}{A_i a_i} \right)^{\frac{1}{a_i + r_i}} \\ \sum_{j \in S_k} M_j L_j q_j^{m_j} D_j^{-r_j} &= h_{f,adm} \end{aligned} \right\} \quad \text{Ec. 2.41}$$

Sustituyendo en la segunda ecuación  $D_j$  por el segundo miembro de la primera ecuación, se tiene:

$$\sum_{j \in S_k} M_j L_j q_j^{m_j} \left( \frac{\lambda_k r_j M_j q_j^{m_j}}{A_j a_j} \right)^{\frac{-r_j}{a_j + r_j}} - h_{f,adm} = 0 \quad \text{Ec. 2.42}$$

En el caso de considerarse:

$$\left. \begin{aligned} a &= a_j = cte \quad \forall j \in S_k^N \\ r &= r_j = cte \quad \forall j \in S_k^N \end{aligned} \right\} \quad \text{Ec.2. 43}$$

se puede despejar explícitamente el valor del multiplicador de Lagrange  $\lambda_k$ :



$$\lambda_k = \frac{a}{r} \left( \frac{\sum_{j \in S_k} L_j \left( A_j^r (M_j q_j^{m_j})^a \right)^{\frac{1}{a+r}}}{h_{f,adm}} \right)^{\frac{a+r}{r}} \quad \text{Ec. 2.44}$$

Sustituyendo este valor de  $\lambda_k$  en la primera de las expresiones de (Ec.2.41), se llega a la expresión tradicional del Método de la Serie Económica para el caso de altura de cabecera conocida:

$$D_i = q_i^{\frac{m}{r+a}} \cdot \underbrace{\left( \frac{M}{h_{f,adm}} \sum_{j \in S_k} L_j q_j^{\frac{ma}{r+a}} \right)^{\frac{1}{r}}}_{\text{Constante de la Serie}} \quad \text{Ec. 2.45}$$

En la expresión (Ec.2.45); **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** también se han considerado constantes  $M_j$  y  $m_j$  para todos los tramos de la serie, denominándose  $M$  y  $m$  respectivamente.

Si no se consideran las simplificaciones expresadas en (Ec.2.43), la ecuación Ec.2.42 pasa a ser una ecuación implícita para el multiplicador de Lagrange  $\lambda_k$ . El valor de este parámetro se puede aproximar aplicando el método iterativo de Newton-Raphson:

$$\left. \begin{aligned} f(\lambda_k) &= 0 \\ \lambda_k^{(n)} &= \lambda_k^{(n-1)} - \frac{f(\lambda_k)}{f'(\lambda_k)} \end{aligned} \right\} \quad \text{Ec. 2.46}$$

Como valor inicial  $\lambda_k^{(0)}$  para el método de Newton-Raphson, se puede tomar el valor de  $\lambda_k$  que se obtiene al aplicar las simplificaciones de (Ec.2.43), valor que se obtiene a través de la expresión (Ec.2.44).





La derivada de la función  $f(\lambda_k)$ , necesaria para la aplicación del método de Newton-Raphson, es:

$$f'(\lambda_k) = \sum_{j \in S_k} M_j L_j q_j^{m_j} \left( \frac{r_j M_j q_j^{m_j}}{A_j a_j} \right)^{\frac{-r_j}{a_j + r_j}} \frac{-r_j}{a_j + r_j} \lambda_k^{\frac{-a_j - 2r_j}{a_j + r_j}} \quad \text{Ec. 2.47}$$

Tras converger el método de Newton-Raphson en  $n$  iteraciones, se define:

$$\lambda_k^{\text{conv}} = \lambda_k^{(n)} \quad \text{Ec. 2.48}$$

de modo que el valor de los diámetros  $D_i$  buscados resulta ser:

$$D_i = \left( \frac{\lambda_k^{\text{conv}} r_i M_i q_i^{m_i}}{A_i a_i} \right)^{\frac{1}{a_i + r_i}} \quad \text{Ec. 2.49}$$

El cálculo de estos diámetros ha de realizarse mediante un procedimiento iterativo, puesto que  $M_i$ ,  $m_i$ ,  $r_i$ ,  $A_i$  y  $a_i$  pueden depender, en general e indirectamente, de  $D_i$ .

- El diámetro interviene en la determinación del parámetro de fricción  $M_i$ .<sup>1</sup>
- Aunque no es usual, el diámetro podría influir en la utilización de una expresión de pérdida de carga determinada u otra, por lo que variarían los valores de  $m_i$  y de  $r_i$ .
- Y, por último, el diámetro de una línea condiciona el material elegido y, en consecuencia, qué valores de  $A_i$  y de  $a_i$  introducir en (Ec.2.49).

<sup>1</sup> En el caso de la formulación de pérdida de carga de Darcy-Weisbach, interviene a través del factor de fricción  $f_i$ .



### **2.6.3.2.- Mejoras en el Método de la Serie Económica para el dimensionado de redes ramificadas.**

El programa GESTAR 1.5 incluye una serie de mejoras en el dimensionado de las redes ramificadas que se explican a continuación.

#### **2.6.3.2.1.- Introducción.**

El dimensionado de una serie de conducciones con alturas piezométricas impuestas en el principio y el final de la serie, mediante el conocido Método de la Serie Económica, permite encontrar los diámetros teóricos óptimos para cada tubería suponiendo que existe una función continua que establece su coste por unidad de longitud, para cada material y timbraje, del tipo:

$$C = AD^a$$

Para deducir las expresiones que habitualmente se manejan en el Método de la Serie Económica el exponente  $a$  de la función de coste ha de ser igual en todos los tramos de la serie, condición que habitualmente no se verifica en las redes colectivas de distribución para riego (salvo que se fuerce a priori el valor del exponente en el ajuste de la función de costes), puesto que tanto los materiales como los timbrajes varían desde un extremo a otro de la serie. Si  $a$  no es muy distinto de unos materiales/timbrajes a otros, la adopción de uno de estos exponentes como valor aproximado para todos los tramos no introduce grandes distorsiones en los resultados finales. No obstante, en ocasiones, al considerar un exponente único para todos los conductos aparecen resultados de tramos que se alejan del verdadero óptimo para unos requerimientos de altura piezométrica final. En cualquier caso, la adopción de un único valor de  $a$  para toda la serie (y de hecho para toda la red) es una restricción innecesaria, poco rigurosa y fácilmente superable.

En este programa se mejora y generaliza el Método de la Serie Económica, de manera que cada línea de la serie pueda tener asociada un exponente de la función de



coste distinto e, incluso, una formulación diferenciada para el cómputo de la pérdida de carga.

#### 2.6.3.2.2.- Objetivos.

Las presentes mejoras generalizan el Método de la Serie Económica para el dimensionado “óptimo” de una serie de conducciones de diámetros posibles continuos, con alturas piezométricas impuestas en el principio y el final de la serie de tal manera que se contemple de manera rigurosa un hecho habitual en las redes como es el de disponer de distintos materiales y/o timbrajes en una misma serie, lo que implica poder utilizar diferentes funciones de coste por unidad de longitud,  $C$ , en función del diámetro interior de la conducción,  $D$ ,

$$C = AD^a \quad \text{Ec. 2.35}$$

para cada una de las tuberías de la serie que se pretende dimensionar. Del mismo modo, se permite introducir diferentes formulaciones de pérdida de carga para cada tubería.

Las expresiones habitualmente manejadas en el conocido Método de la Serie Económica para dimensionado económico óptimo de una serie de tuberías, para el caso altura de cabecera conocida, introducen dos hipótesis, que a veces pasan desapercibidas al aplicar el Método:

1. Utilización de un único exponente de la función exponencial de ajuste del coste de las tuberías frente a sus diámetros (función de coste) para todas las tuberías de la serie.
2. Idéntica formulación de pérdida de carga para todas las tuberías de la serie (más exactamente: idéntico exponente para el diámetro en la formulación de pérdida de carga).

Ambas condiciones son necesarias en un cierto paso de la aplicación del Método de Optimización de los Multiplicadores de Lagrange, que constituye la base matemática del Método de la Serie Económica, con el fin de obtener una ecuación explícita que permita despejar el multiplicador de Lagrange cómodamente.



La primera de estas condiciones, en la mayoría de los casos prácticos, está alejada de la realidad. La función de coste de las tuberías depende del material y del timbraje. Una serie de tuberías puede contener, en su diseño final, diversos materiales y timbrajes, por lo que adoptar (salvo que así se fuerce en el ajuste) un único exponente en su dimensionado económico óptimo, conduce a resultados inconsistentes.

La segunda de las condiciones señaladas es coherente y conveniente si se utiliza la formulación adimensional de Darcy-Weisbach, pero no resulta tampoco rigurosa si se emplean otras formulaciones de tipo monómico (p.e. Hazen-Williams) puesto que estas fórmulas empíricas, incluso cambiando los coeficientes de material, no son adecuadas para cualquiera de los tipos de tubería que pueden coexistir en una misma serie.

Especialmente cuando los valores de  $a$  son muy distintos para los diversos componentes a instalar, los resultados pueden ser sensibles al valor de  $a$  adoptado a la hora de elegir una función de coste para toda la serie. Algunas aplicaciones informáticas que utilizan el Método de la Serie Económica toman como exponente  $a$  de la serie el correspondiente al ajuste de la función de coste del primer material presente en la base de datos de tuberías comerciales con la que se trabaja, de modo que un simple cambio en el orden de los materiales de la base de datos hace que el Método de la Serie Económica pueda conducir a resultados diferentes en algunos tramos, sin que ninguno corresponda realmente con el óptimo teórico.

Cualquier otro criterio que se utilice (promedio de los exponentes, actualización del coeficiente en el cálculo del diámetro teórico, una vez calculada la constante de la serie...) contendrá algún grado de incertidumbre.

Si bien es cierto que la influencia de los exponentes de la función de coste en los diámetros finalmente adoptados se encuentra amortiguada, puesto que en las expresiones de cálculo intervienen otros factores exponenciales que reducen la dependencia y, además, los diámetros continuos teóricos obtenidos deben acomodarse a diámetros normalizados próximos, en ocasiones no despreciables dicha influencia llega a manifestarse de forma significativa.

Las mejoras que presenta GESTAR 1.5 modifica y generaliza el Método de la Serie Económica para poder prescindir de las condiciones restrictivas 1 y 2 descritas.



Para ello se mantiene la forma implícita de la ecuación que permite calcular el multiplicador de Lagrange de la serie, ecuación que se resuelve mediante procedimientos numéricos (Newton-Raphson).

Por otro lado, puesto que en la implementación del Método de la Serie Económica conviene recurrir a un proceso iterativo para la determinación de los diámetros de la serie, ya que los factores de la ecuación de pérdida de carga (necesarios en los cálculos) suelen depender del diámetro adoptado (esto es particularmente cierto en la expresión de Darcy-Weisbach, donde el factor de fricción depende, entre otras variables, del diámetro), se propone aprovechar el mismo proceso iterativo para actualizar, de forma independiente para cada tubería, los coeficientes de la función de coste, así como, si fuera necesario, los exponentes de la ecuación de pérdida de carga.

Para el caso de altura piezométrica desconocida, en el comienzo de la serie, las expresiones habituales contemplan la variación de  $a$  y de la formulación de las pérdidas de carga y no requieren modificaciones. No obstante, en el dimensionado de redes con altura piezométrica desconocida, los resultados ofrecidos son también de interés puesto que todas las series dimensionadas después de la serie más crítica, resultan ser series con altura de cabecera conocida.

#### **4.- METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN DE REDES. TÉCNICA DE ANÁLISIS Y MÉTODOS DE CÁLCULO.**

GESTAR 1.5 realiza la simulación hidráulica de redes arbitrarias de distribución de fluidos newtonianos en régimen incompresible y condiciones cuasi-estacionarias mediante la formulación de técnicas de Análisis Nodal.

Ello posibilita resolver sistemáticamente cualquier tipo de redes, ya sean ramificadas, malladas o mixtas, indistintamente. Las variables fundamentales consideradas en esta metodología son la altura piezométrica,  $H_j$  y la demanda,  $C_j$ , ambas variables asociadas al nodo  $j$ , como se representa de forma esquemática en la Figura 26.

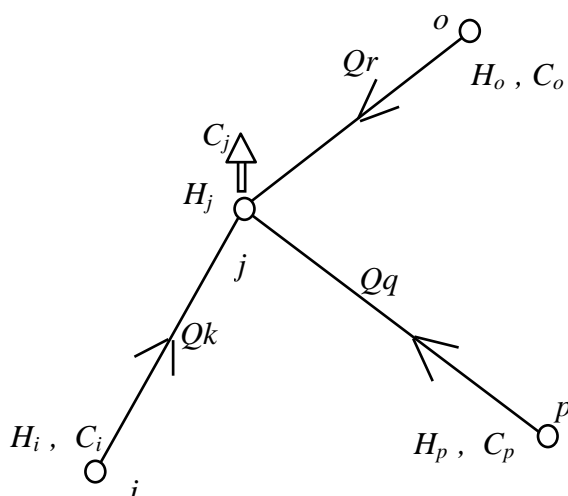


Figura 26. Definición de variables en nodos y elementos.

En el método de Análisis Nodal de redes presurizadas se expresa la relación no lineal entre el incremento de alturas piezométricas en el elemento  $k$ , de nodo inicial  $i$  y final  $j$ ,  $H_i - H_j$ , y el caudal que atraviesa el elemento  $k$ ,  $Q^k$

$$H_i - H_j = f(Q^k) \cdot Q^{k^2} \quad \text{Ec. 2.50}$$

la través de una relación pseudo-lineal de la forma:

$$H_i - H_j = KR^k \cdot Q^k \quad \text{Ec. 2.51}$$

donde se ha definido:

$$KR^k = f(Q^k) Q^k$$

o bien, despejando el caudal de (4.2)

$$Q^k = KC^k \cdot (H_i - H_j) \quad ; \quad KC^k = \frac{1}{KR^k} \quad \text{Ec. 2.52}$$



En las anteriores expresiones  $KR^k$  y  $KC^k$  son los coeficientes de resistencia y de conducción del elemento  $k$ , respectivamente, y son a su vez función del caudal o de la pérdida de carga del elemento.

En cada uno de los nodos se satisface la condición conservación de caudales, dada por una ecuación de continuidad expresada como (ver Figura 26):

$$Q^k + Q^q + Q^r + C_j = 0 \quad \text{Ec.2.53}$$

Si se sustituye en (Ec.2.53) cada caudal de línea por su correspondiente ecuación linealizada (Ec.2.52) se obtiene una relación pseudolineal entre alturas piezométricas y consumos nodales:

$$KC^k (H_i - H_j) + KC^q (H_p - H_j) + KC^r (H_o - H_j) = -C_j \quad \text{Ec.2.54}$$

Dado que se puede formular una ecuación de tipo (Ec.2.54) para cada nodo, si en la red existen  $NN$  nodos se obtendrá un sistema de  $NN$  ecuaciones. En el sistema aparecerán 2  $NN$  variables fundamentales asociadas a los nodos ( $NN$  alturas piezométricas,  $H_j$ , y  $NN$  consumos,  $C_j$ ). Para que el sistema sea compatible es necesario fijar los valores de  $NN$  variables (condiciones de contorno) y calcular mediante el sistema de  $NN$  ecuaciones el resto de variables desconocidas (incógnitas). Imponiendo las variables que son dato del problema es posible reordenar el sistema anterior y expresarlo de forma matricial:

$$K(H) \cdot H = C(H) \quad \text{Ec. 2.53}$$

donde  $H$  es el vector de incógnitas de dimensión  $NN$  (no necesariamente alturas piezométricas),  $C$  es el vector de términos independientes (no necesariamente consumos) y  $K$  es la matriz  $NN \times NN$  de conductividad cuyos coeficientes  $K_{ij}$  se ensamblan sistemáticamente en función de los coeficientes de conductividad  $KC$  de los elementos, de la topología de la red y de las condiciones de contorno.



El sistema de ecuaciones (Ec.2.53), obtenido con la formulación del *Análisis Nodal*, es intrínsecamente no lineal puesto que en flujo turbulento los coeficientes de la matriz  $K$  y algunos términos del vector  $C$  dependen de la solución buscada. Para la solución eficiente de (Ec.2.53) es preciso recurrir a procedimientos numéricos iterativos tipo *Newton-Raphson*.

El algoritmo *Newton-Raphson* se ha mejorado, generalizándolo y acelerándolo en el contexto de redes de distribución, mediante un tratamiento analítico específico para el tipo de ecuaciones no lineales (Ec.2.48) que caracterizan el comportamiento de los elementos hidráulicos.

Dado que las matrices asociadas al algoritmo de análisis y cálculo son altamente dispersas, se ha recurrido a estructuras de datos especializadas, posibles gracias a la adopción del lenguaje de programación *FORTRAN 90*, para el almacenamiento compactado de sólo los elementos no nulos de las matrices que aparecen en el proceso numérico, lo que redundará en menores requisitos de memoria física en el ordenador y en una mayor velocidad de cálculo.

Asimismo la creación de estructuras de datos configurables en *FORTRAN 90* permiten un dimensionado dinámico de las variables, aspecto en que hasta ahora daba una ventaja al lenguaje  $C$  frente a los compiladores *FORTRAN*, por lo que puede trabajarse con redes de tamaño cualquiera, sólo limitados por la memoria de que disponga el ordenador.

Se utilizan métodos directos para la inversión de la de la matriz tangente del sistema (Ec.2.53) recurriendo a técnicas de factorización  $L U$  adecuadas para matrices generales dispersas no simétricas.

Los algoritmos para la inversión y multiplicación se encuentran optimizados para el tratamiento de matrices dispersas, lo que confiere una considerable velocidad en el proceso de cálculo.

Se puede inicializar el proceso de cálculo de diversas formas, bien estableciendo un número de *Reynolds* común en todos los elementos o una velocidad del flujo común en los mismos, valores que pueden ser modificados por el usuario.





De manera opcional, los resultados de la simulación de un escenario ya realizado pueden ser utilizados para inicializar el cálculo de un nuevo escenario cuya configuración no se encuentre muy alejada de la precedente. De esta manera, al partir de una distribución de caudales ya equilibrada y próxima a la nueva solución final, la convergencia puede alcanzarse en un reducido número de iteraciones adicionales. La activación de esta opción resulta eficaz en el recálculo automático de escenarios ante cambios individuales de las condiciones que lo definen y en la simulación de evoluciones temporales, siempre y cuando los cambios de condiciones de un instante a otro no sean generalizados.

Se incorpora también la posibilidad de relajar el método iterativo de cálculo para mejorar la estabilidad y convergencia en casos de mal condicionamiento del problema. El programa relaja el proceso en las tres primeras iteraciones automáticamente para evitar inestabilidades indeseables. Cuando se detecta una buena tasa de convergencia el factor de relajación se iguala a la unidad.

El programa incorpora novedosas estrategias de identificación y tratamiento de elementos de baja resistencia y de bajo caudal, elementos que empeoran, la estabilidad del método de cálculo, al aparecer coeficientes en las matrices del sistema de orden muy distinto, imposibilitando incluso la convergencia del proceso, como así sucede en diversos paquetes de análisis hidráulico que no contemplan estos extremos. Para ello se han adoptado y mejorado las estrategias de cálculo sugeridas por *Campos*, pero no explotadas aún en la literatura, que desensamblan los componentes conflictivos del sistema general y operan de forma independiente su ecuación de comportamiento garantizando la convergencia y/o acelerándola en situaciones donde la resistencia de algún conducto sea muy diferente a la del resto, o en situaciones donde existan elementos con caudales muy pequeños o nulos, obteniéndose unos muy buenos resultados. Estas condiciones se dan habitualmente en las redes ramificadas en todos los tramos de un ramal a partir del último hidrante abierto.

En este proceso interviene el parámetro de condicionado, *KCL*, que corresponde al umbral máximo del coeficiente de conducción de los elementos por encima del cual la ecuación del elemento linealizada (Ec.2.50) no se sustituye en (Ec.2.51) sino que se



mantiene en su forma original añadida al sistema (Ec.2.53). Por cada elemento de baja resistencia así desensamblado aumenta en una unidad el número de ecuaciones a resolver. A pesar de incrementar la dimensión del sistema esta estrategia tiene la ventaja de ser muy robusta, trabajando con precisión con elementos que posean todo tipo de resistencias, tanto nulas como infinitas. Si se toma un parámetro de condicionado,  $KCL$ , nulo se obtiene un caso límite que corresponde a la técnica conocida como *Análisis Híbrido*<sup>13</sup>.

La convergencia del sistema se controla mediante dos criterios redundantes de error:

**A. Residuo Relativo adimensional de las ecuaciones del sistema:** Se calcula el cociente entre el error medio obtenido en el caudal de cada nodo (residuo) para todas las ecuaciones del sistema y el caudal medio circulante por los elementos y se comprueba si es inferior al valor suministrado. Si el caudal medio es nulo, el valor del residuo relativo dado por el programa será cero.

**B. Error dinámico:** El programa incorpora un segundo criterio de error, llamado dinámico porque se calcula mediante la diferencia del valor de las variables entre dos iteraciones sucesivas. Se dispone de la alternativa de establecer dos tipos de error dinámico:

- Error relativo en caudal: Es el cociente entre la suma de diferencias absolutas de caudal en los elementos entre dos iteraciones consecutivas y el sumatorio de caudales absolutos en éstos. Se comprueba en cada iteración su valor respecto al suministrado por el usuario.
- Error máximo de altura (m): Máxima diferencia de altura nodal en metros, existente entre dos iteraciones consecutivas. Se comprueba en cada iteración su valor respecto al suministrado por el usuario.

Se considerará alcanzada la convergencia cuando simultáneamente el Residuo Relativo y el Error Dinámico se encuentren por debajo de los umbrales establecidos por defecto o por el usuario. Estos dos tipos de criterios redundantes, A y B, garantizan estrictamente la convergencia real y fiabilidad de la solución encontrada.

3

# PLANOS



## INDICE DE PLANOS

### **INDICE DE LOS PLANOS.....180**

#### **1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.**

Plano nº 1.1.- Situación geográfica. ....	182
Plano nº 1.2.- Foto aérea.....	183

#### **2.- RED DE RIEGO.**

Plano nº 2.1.- Áreas regadas por hidrantes. ....	184
Plano nº 2.2.- Planta general.....	185
Plano nº 2.3.- Sección 1. Planta.....	186
Plano nº 2.4.- Sección 1. Características elementos. ....	187
Plano nº 2.5.- Sección 2. Planta.....	188
Plano nº 2.6.- Sección 2. Características elementos. ....	189
Plano nº 2.7.- Sección 3. Planta.....	190
Plano nº 2.8.- Sección 3. Características elementos. ....	191
Plano nº 2.9.- Sección 4. Planta.....	192
Plano nº 2.10.- Sección 4. Características elementos. ....	193
Plano nº 2.11.- Sección 5. Planta.....	194
Plano nº 2.12.- Sección 5. Características elementos. ....	195

#### **3.- SISTEMA DE BOMBEO Y FILTRADO.**

Plano nº 3.1.- Línea de impulsión. Planta.....	196
Plano nº 3.2.- Línea de impulsión. Perfil.....	197
Plano nº 3.3.- Recinto de bombas. Situación.....	198
Plano nº 3.4.- Recinto de bombas y filtros. Dimensiones mínimas. Planta.....	199
Plano nº 3.5.- Recinto de bombas y filtros. Dimensiones mínimas. Sección A-A. .	200
Plano nº 3.6.- Depósito de captación. Dimensiones mínimas. Planta .....	201
Plano nº 3.7.- Recinto de bombas y filtros. Disposición equipos. Planta.....	202
Plano nº 3.8.- Recinto de bombas. Disposición equipos. Planta. ....	203
Plano nº 3.9.- Recinto de bombas. Disposición equipos. Vista auxiliar A.....	204
Plano nº 3.10.- Estación de filtrado. Disposición de equipos. Alzado. ....	205
Plano nº 3.11.- Estación de filtrado. Disposición de equipos. Planta.....	206



Plano nº 3.12.- Marca 1. Colector de bombeo.....	207
Plano nº 3.13.- Marca 2. Codo 90° chapa DN500. ....	208
Plano nº 3.14.- Marca 3. Codo 90° chapa DN250. ....	209
Plano nº 3.15.- Marca 4. Soporte tubo DN500.....	210
Plano nº 3.16.- Marca 5. Soporte tubo DN600.....	211
Plano nº 3.17.- Marca 6. Colector de filtrado.....	212
Plano nº 3.18.- Marca 7. Cuello de cisne DN600.....	213

#### 4.- HIDRANTES.

Plano nº 4.1.- Disposición de elementos. Alzado y planta. ....	214
Plano nº 4.2.- Marcas 8 y 9.....	215

#### 5.- VENTOSAS.

Plano nº 5.1.- Disposición de elementos. Alzado y planta. ....	216
Plano nº 5.2.- Marca 10. ....	217

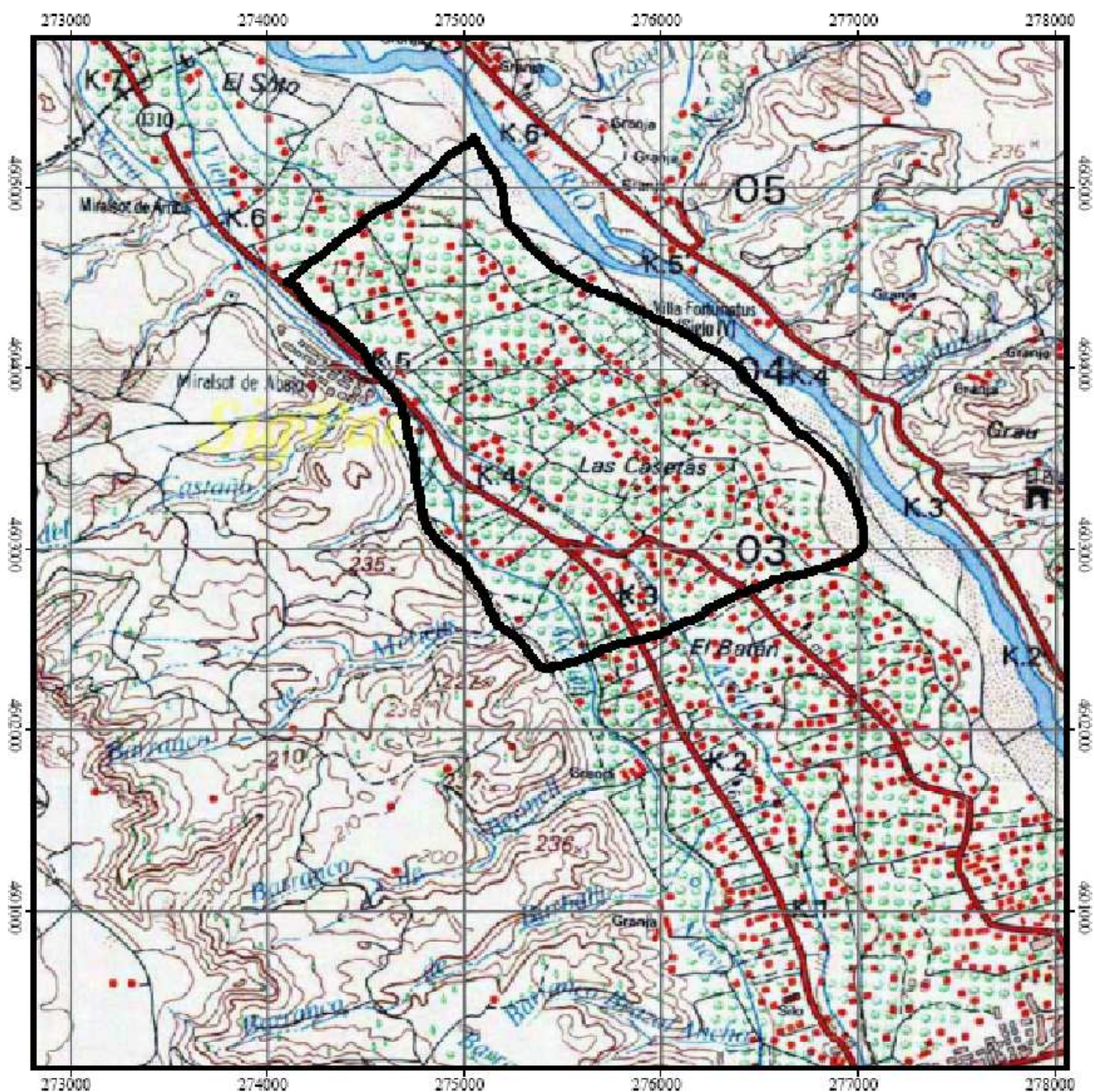
#### 6.- OBRAS AUXILIARES.

Plano nº 6.1.- Paso carretera A-131. Alzado. Corte transversal. ....	218
Plano nº 6.2.- Paso carretera A-131. Planta.....	219
Plano nº 6.3.- Paso de acequia. Alzado. Corte transversal. ....	220
Plano nº 6.4.- Paso de acequia. Planta.....	221
Plano nº 6.5.- Paso de camino. Alzado y perfil. ....	222
Plano nº 6.6.- Bloques de empuje.....	223
Plano nº 6.7.- Zanjas.....	224



Término municipal de Fraga (Huesca)

Partida Miralsot



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Situación geográfica

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

LLEIDA  
FEBRERO 2007

ESCALA:  
1:30000

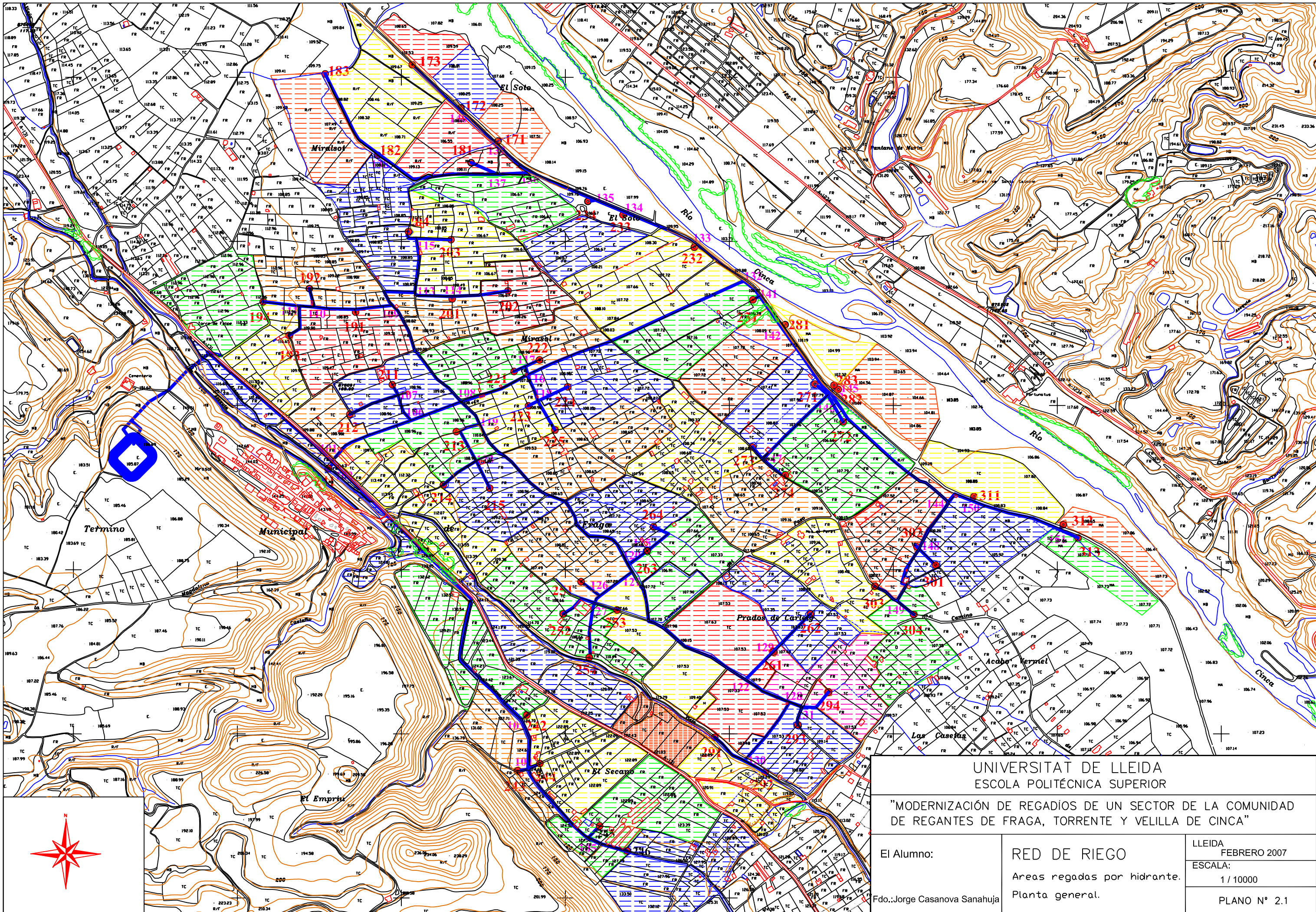
PLANO N° 1.1





UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO  Foto aérea	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1 / 10000
		PLANO N° 1.2
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja		





UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

RED DE RIEGO

Áreas regadas por hidrante.

Planta general.

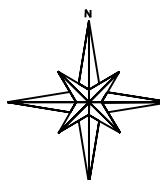
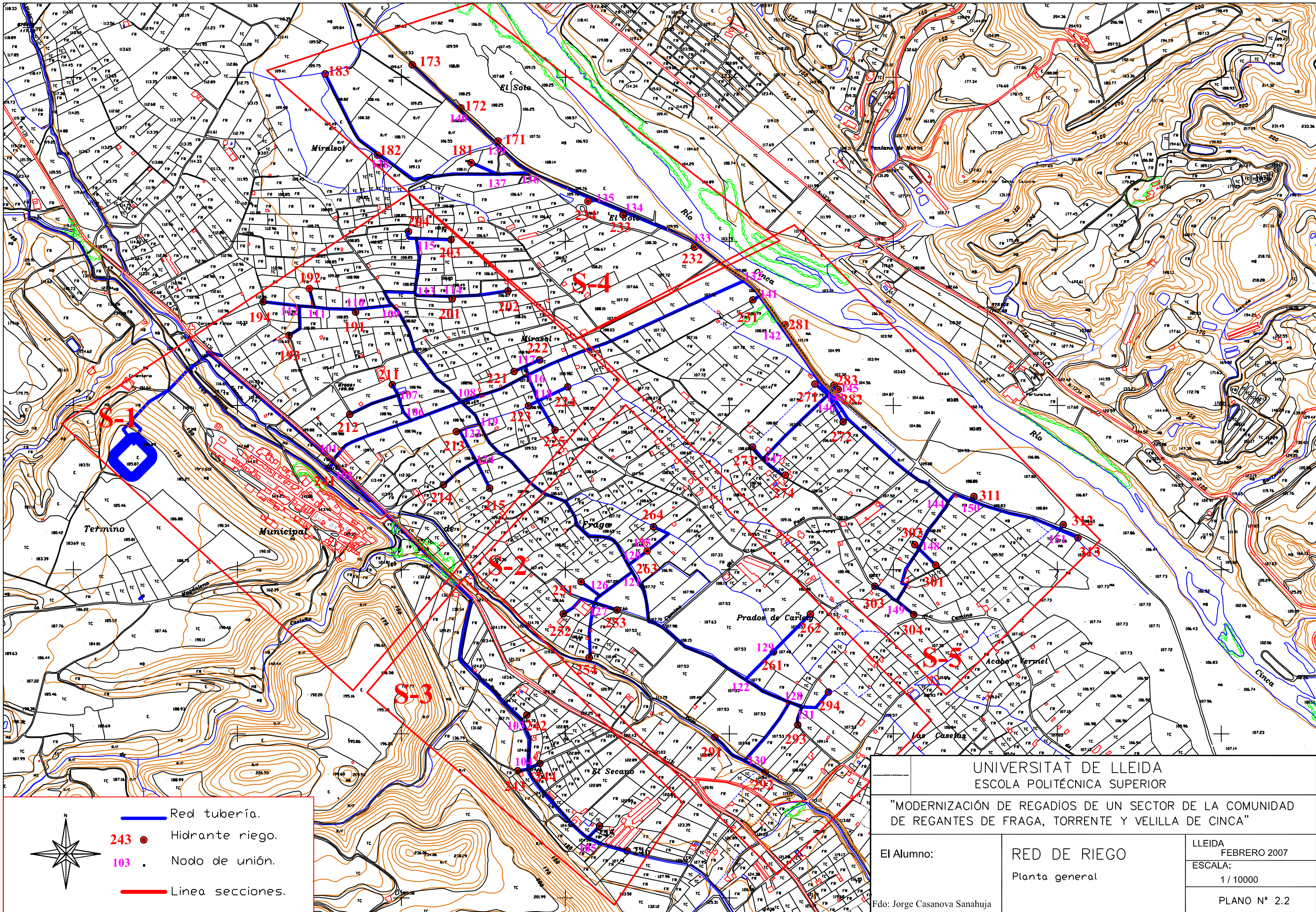
LLEIDA  
FEBRERO 2007

ESCALA:  
1/10000

PLANO N° 2.1

Fdo.: Jorge Casanova Sanahuja

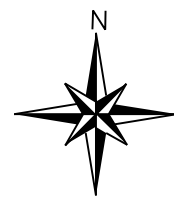
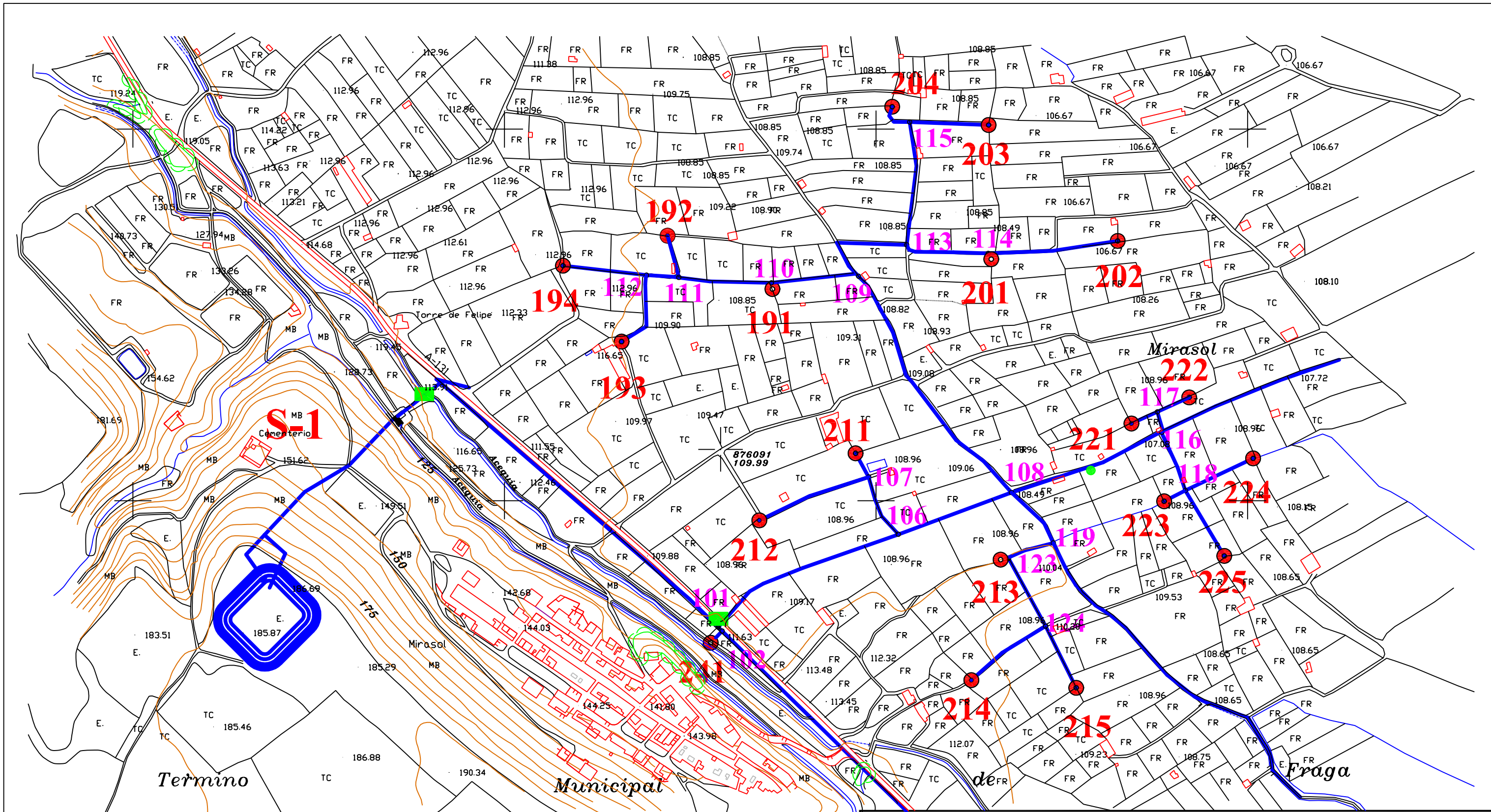




- Red tubería.
- 243 ● Hidrante riego.
- 103 . Nodo de unión.
- Linea secciones.

UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:	RED DE RIEGO	LLEIDA FEBRERO 2007
	Planta general	ESCALA: 1/10000
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja		PLANO N° 2.2





- Red tubería.
- **291** Hidrante riego.
- **130** Nodo de unión.
- Línea secciones.

- Ventosa trifuncional
- Paso de carretera o acequia

UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

RED DE RIEGO

Sección 1.

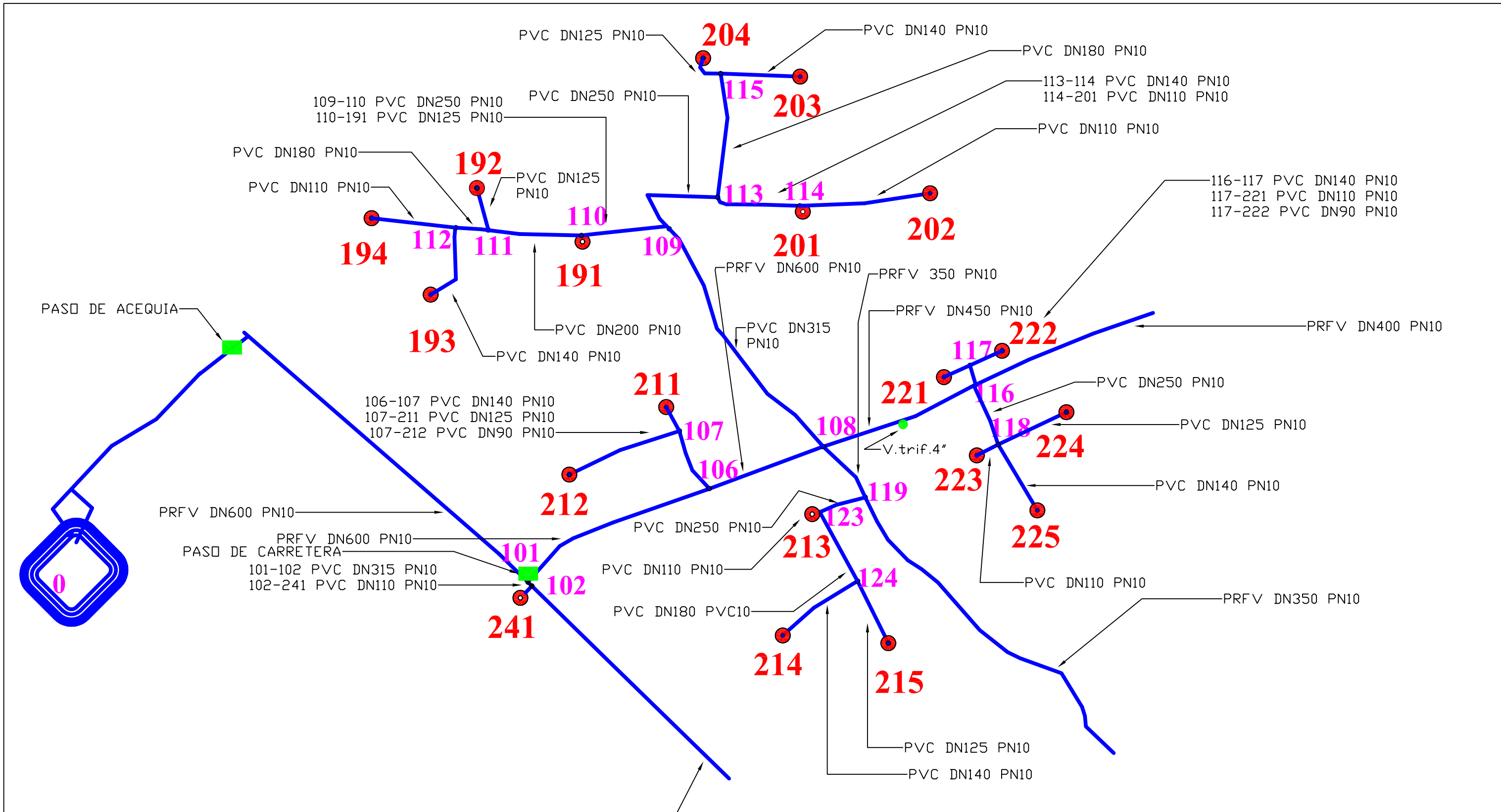
Planta

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

LLEIDA  
FEBRERO 2007

ESCALA:  
1:5000

PLANO N° 2.3



Red tubería.

Hidrante riego.

Nodo de unión.

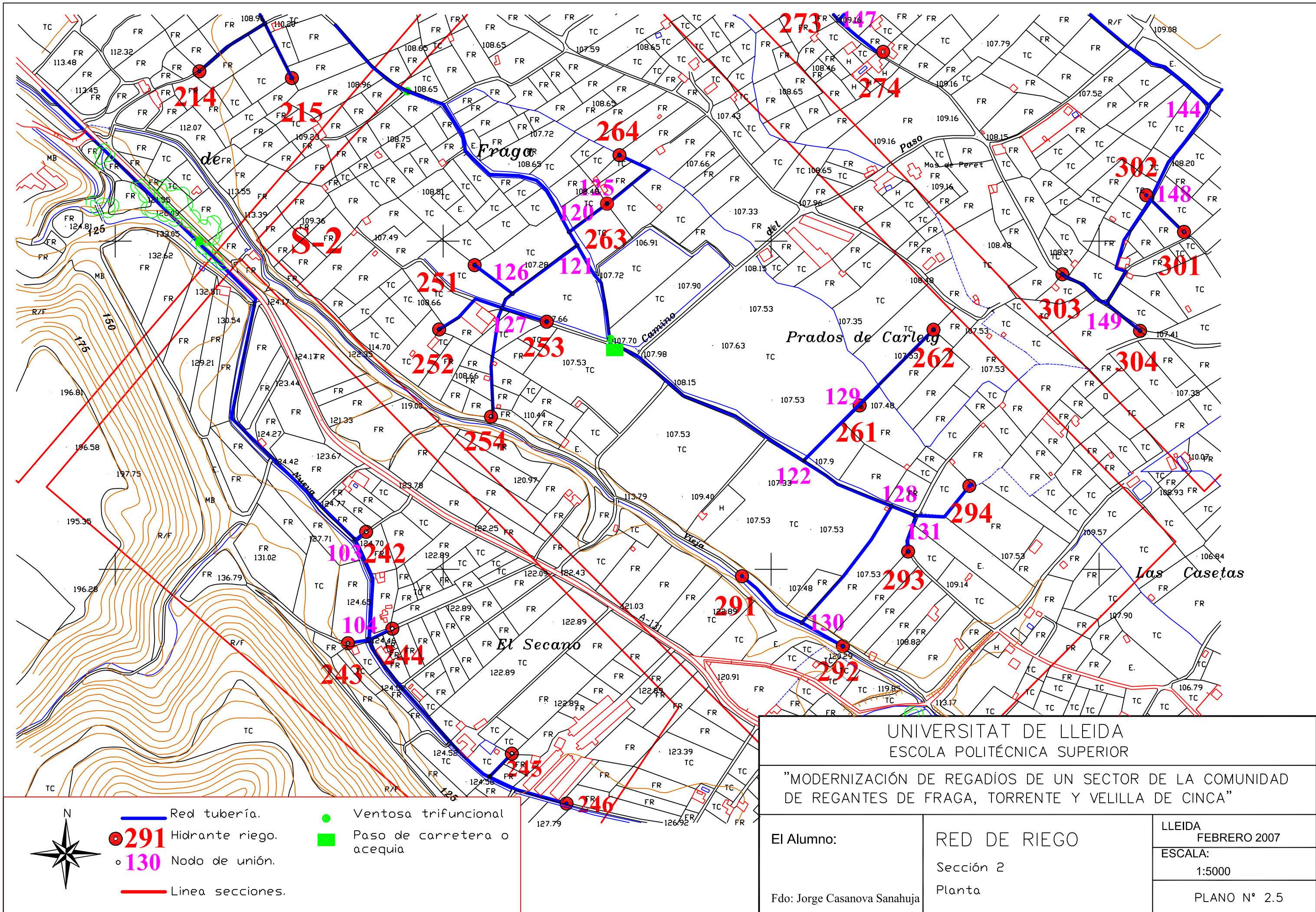
Línea secciones.

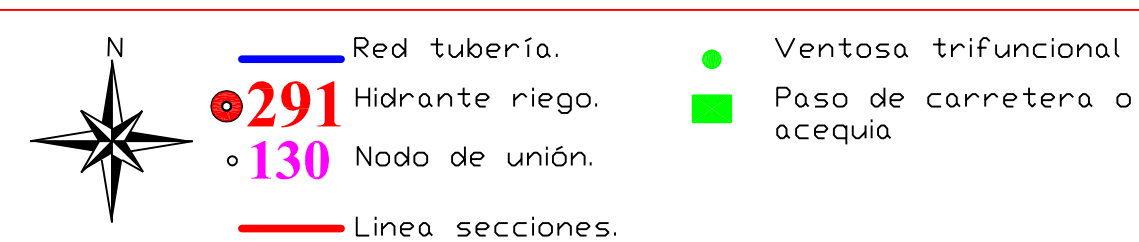
Ventosa trifuncional

Paso de carretera o acequia

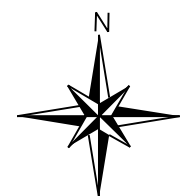
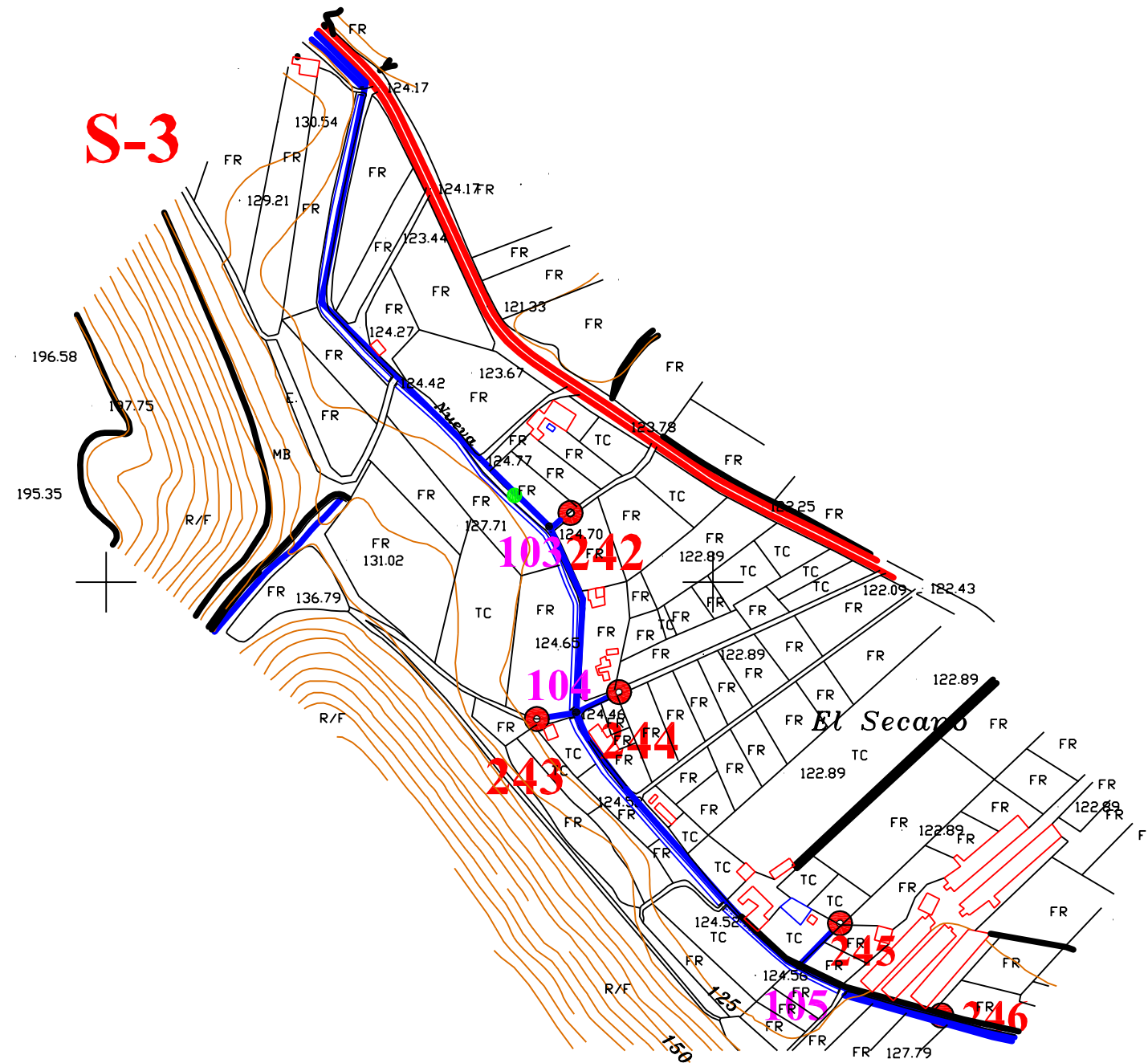
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	RED DE RIEGO  Sección 1  Características elementos.	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:5000
		PLANO N° 2.4







## PLANO N° 2.6



- Red tubería.
- Ventosa trifuncional
- 291 Hidrante riego.
- Paso de carretera o acequia
- 130 Nodo de unión.
- Línea secciones.

UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

RED DE RIEGO

LLEIDA  
FEBRERO 2007

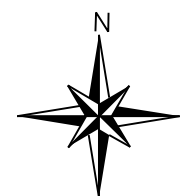
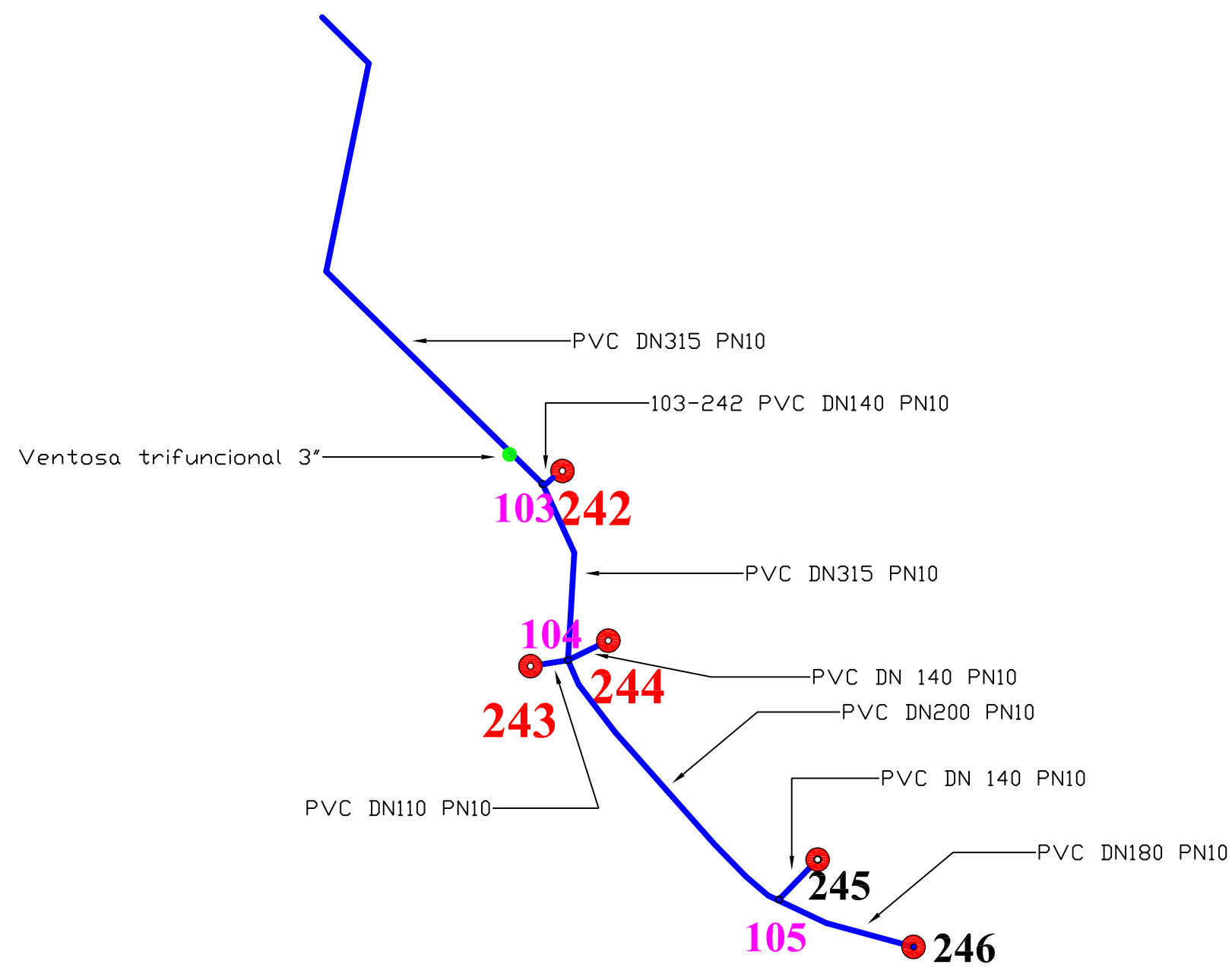
Sección 3

ESCALA:  
1:5000

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

Planta

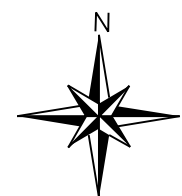
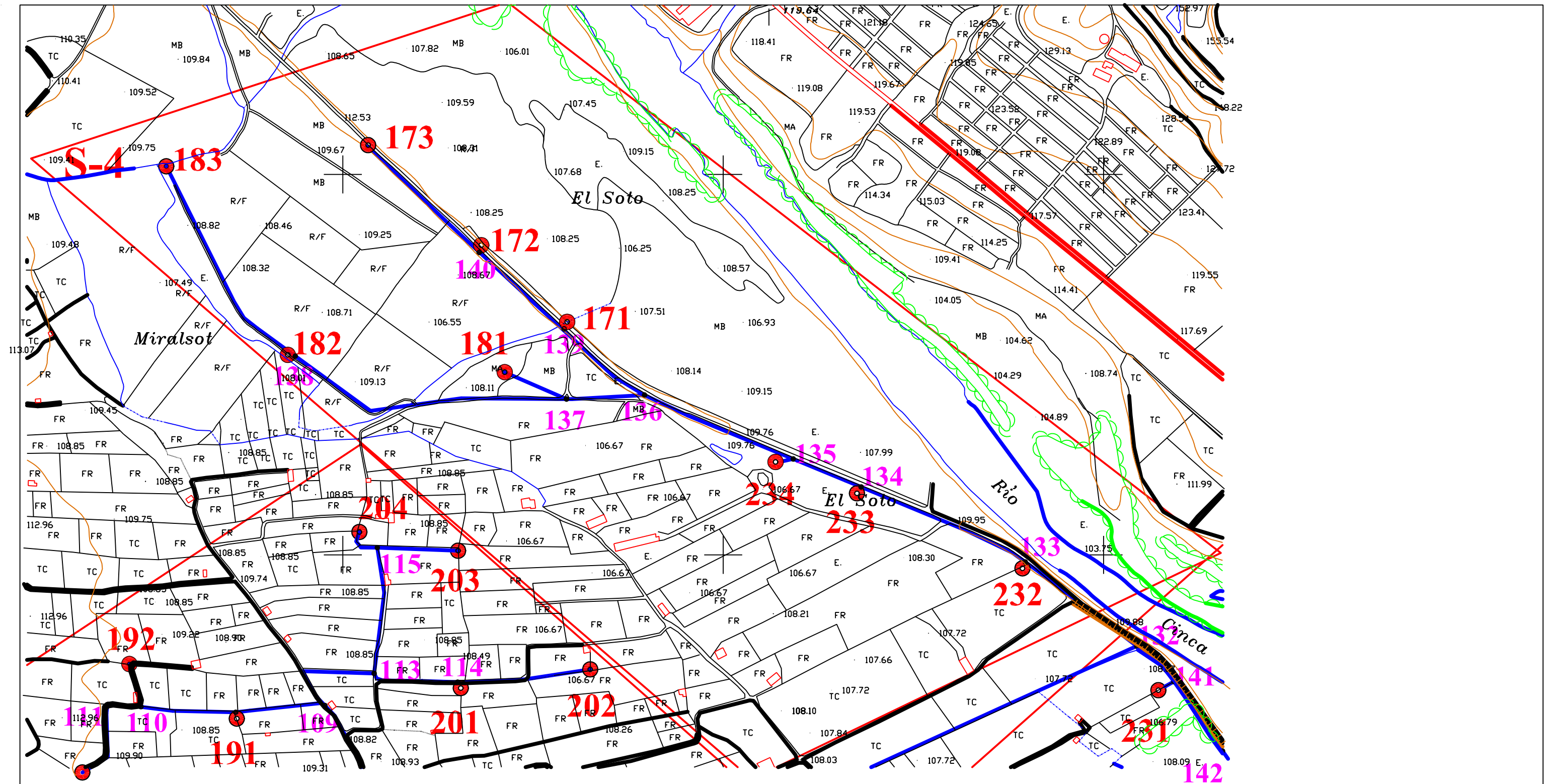
PLANO N° 2.7



- Red tubería.
- Hidrante riego.
- Nodo de unión.
- Línea secciones.
- Ventosa trifuncional
- Paso de carretera o acequia

UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	RED DE RIEGO  Sección 3  Características elementos	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:5000
		PLANO N° 2.8





— Red tubería.  
 ● 291 Hidrante riego.  
 ○ 130 Nodo de unión.  
 — Línea secciones.

● Ventosa trifuncional  
 ■ Paso de carretera o acequia

UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

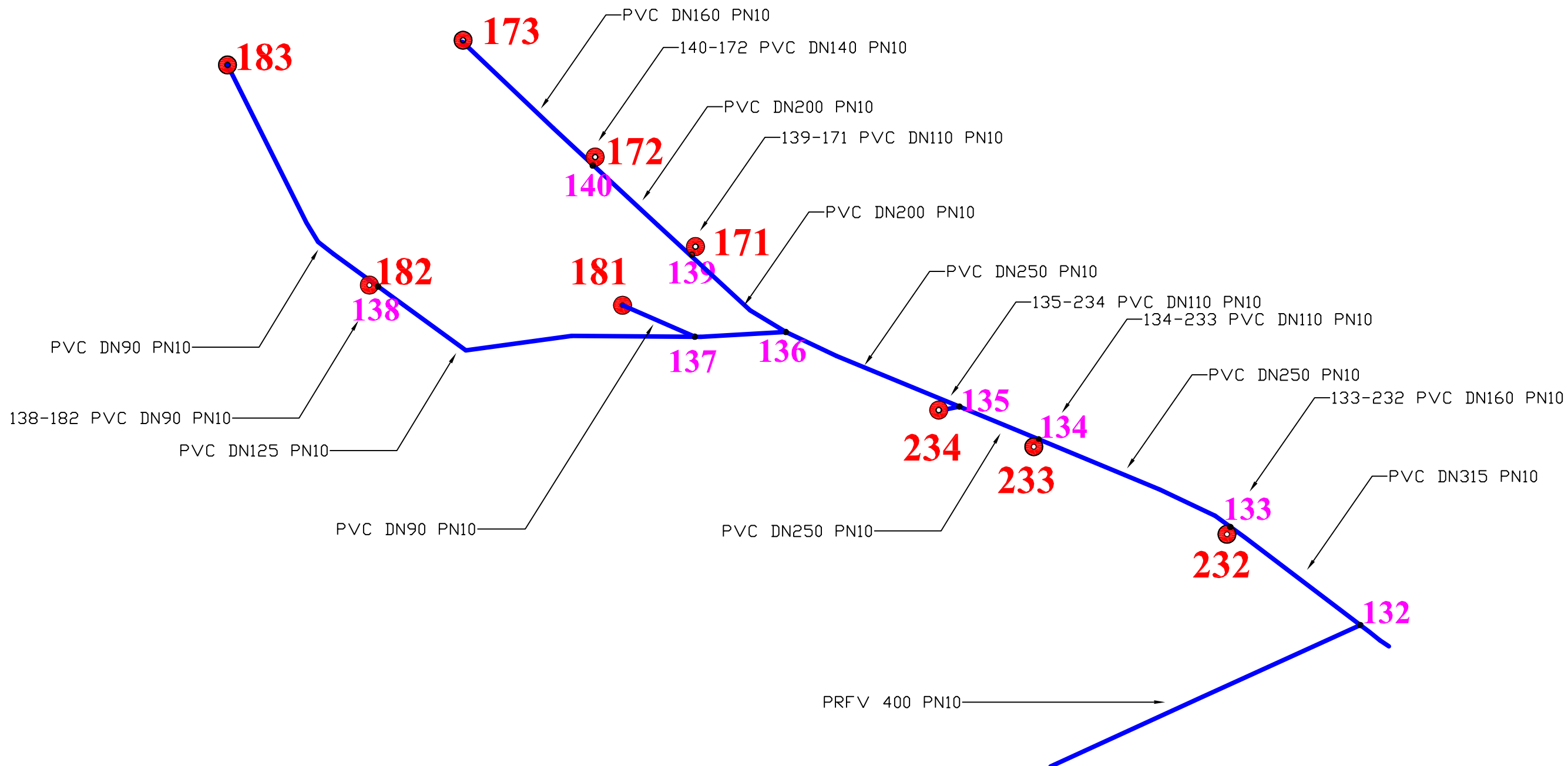
RED DE RIEGO  
Sección 4.  
Planta

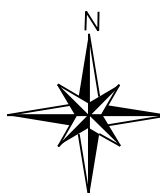
LLEIDA  
FEBRERO 2007


ESCALA:  
1:5000


PLANO N° 2.9











 Red tubería.

 Hidrante riego.

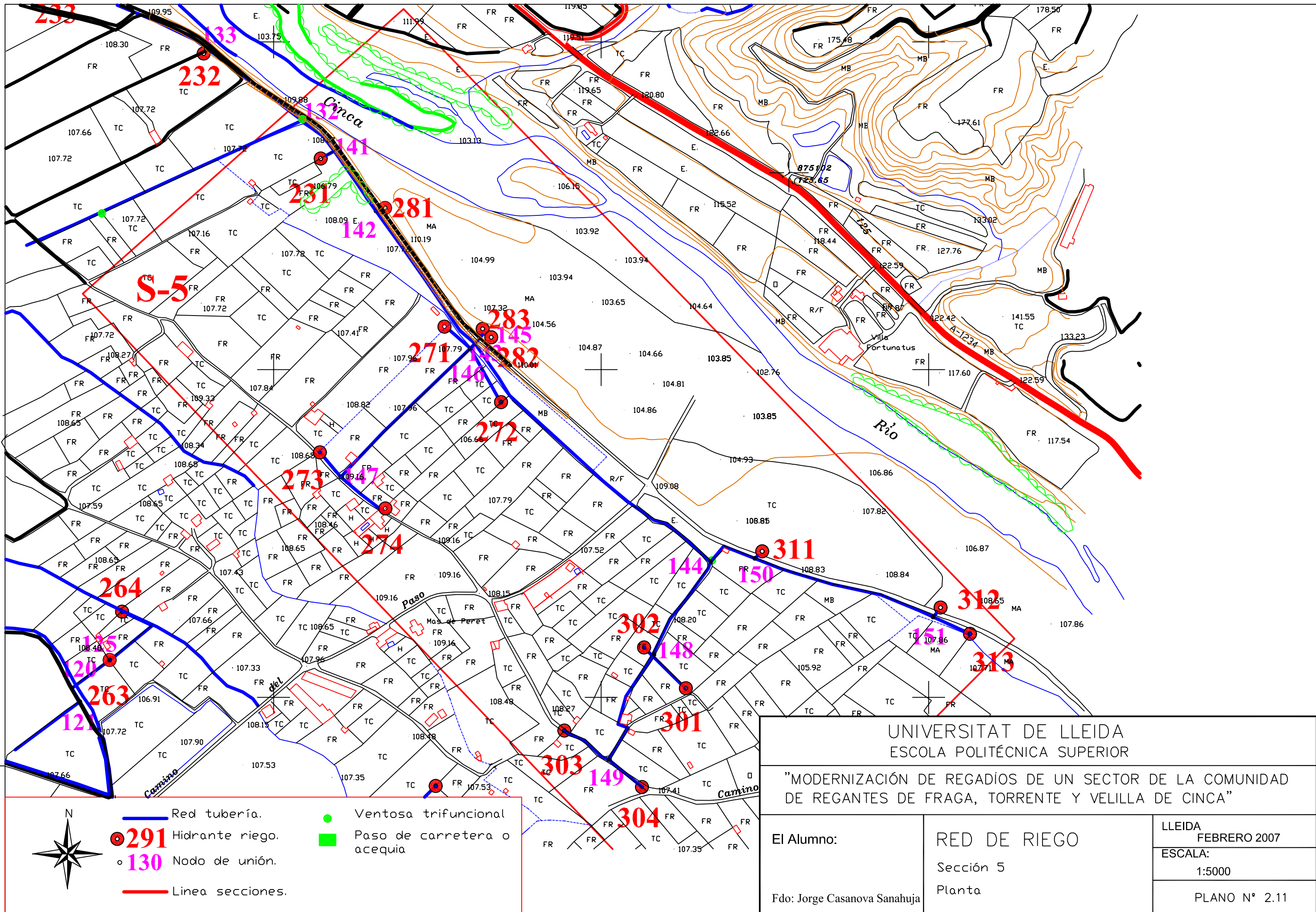
 Nodo de unión.

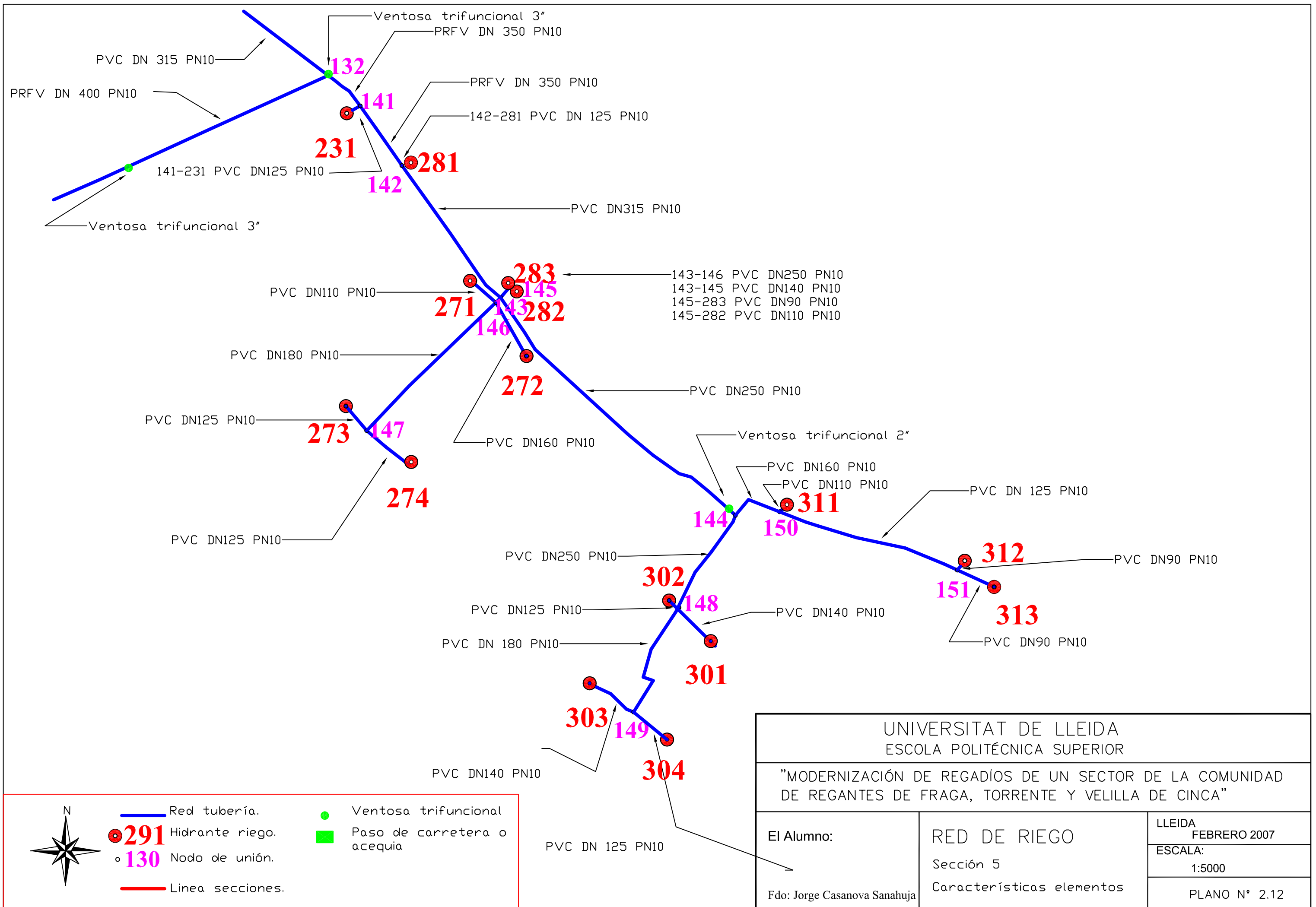
 Línea secciones.

 Ventosa trifuncional

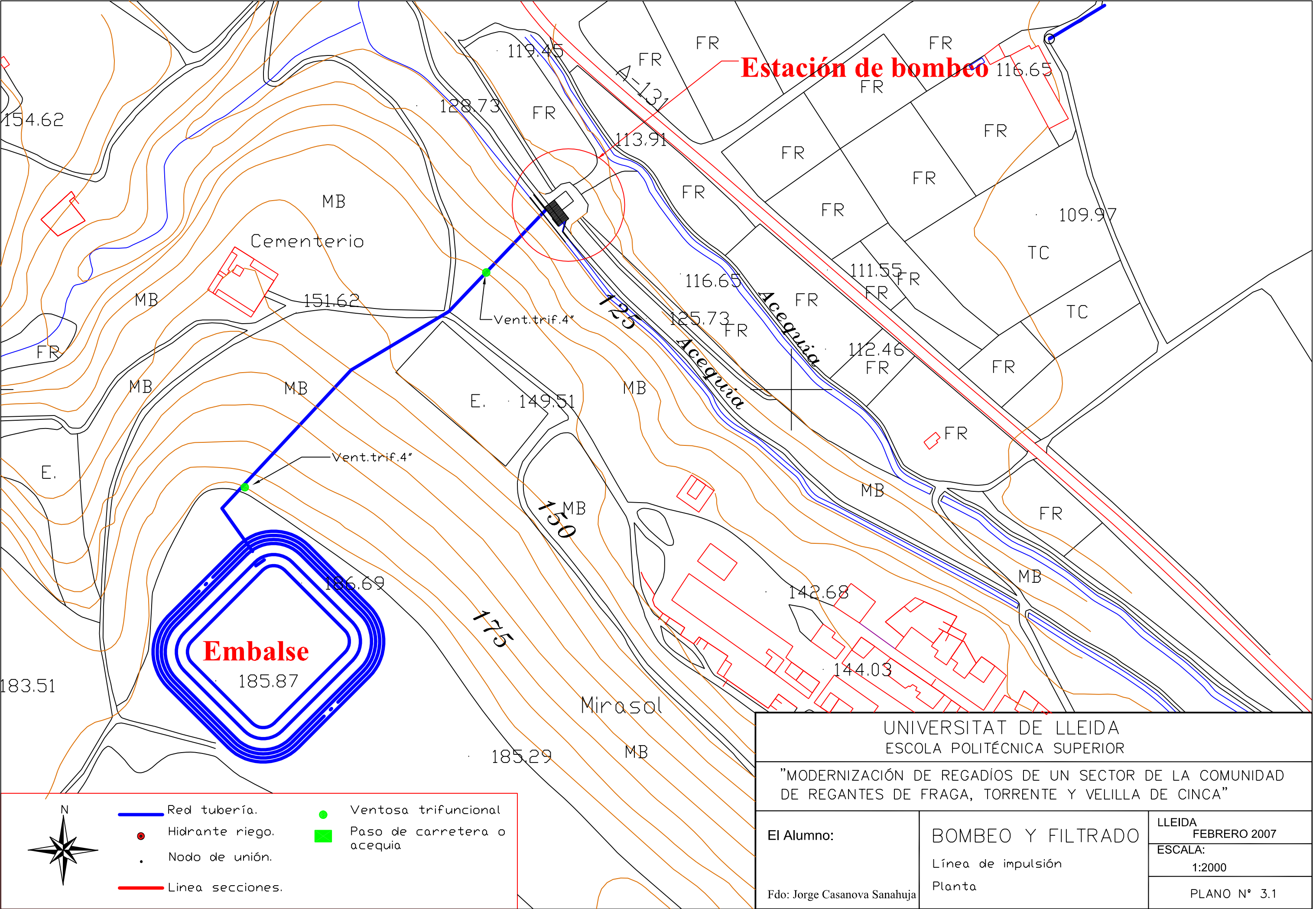
 Paso de carretera o acequia

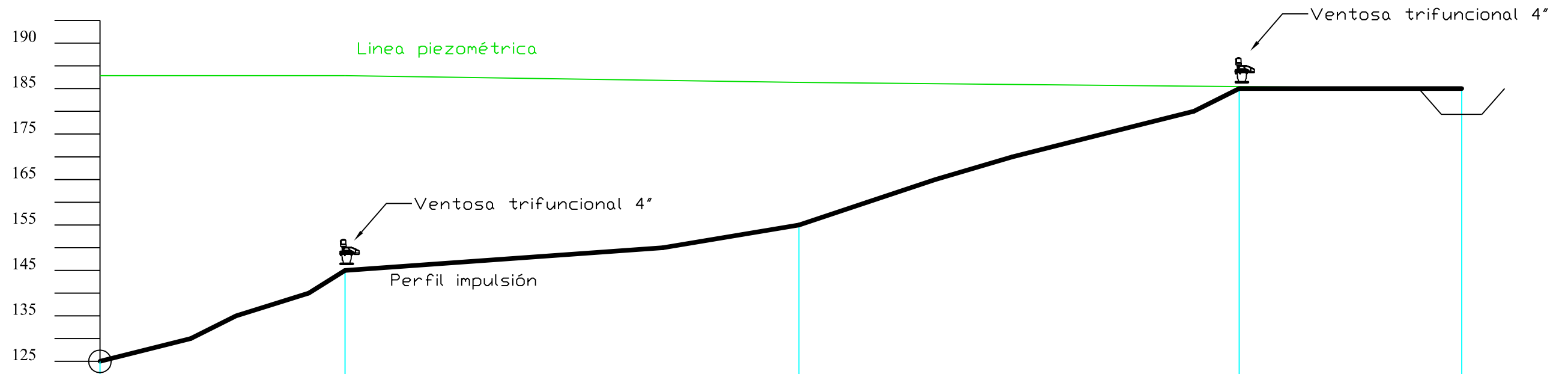
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	RED DE RIEGO  Sección 4.  Características elementos	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:5000
		PLANO N° 2.10





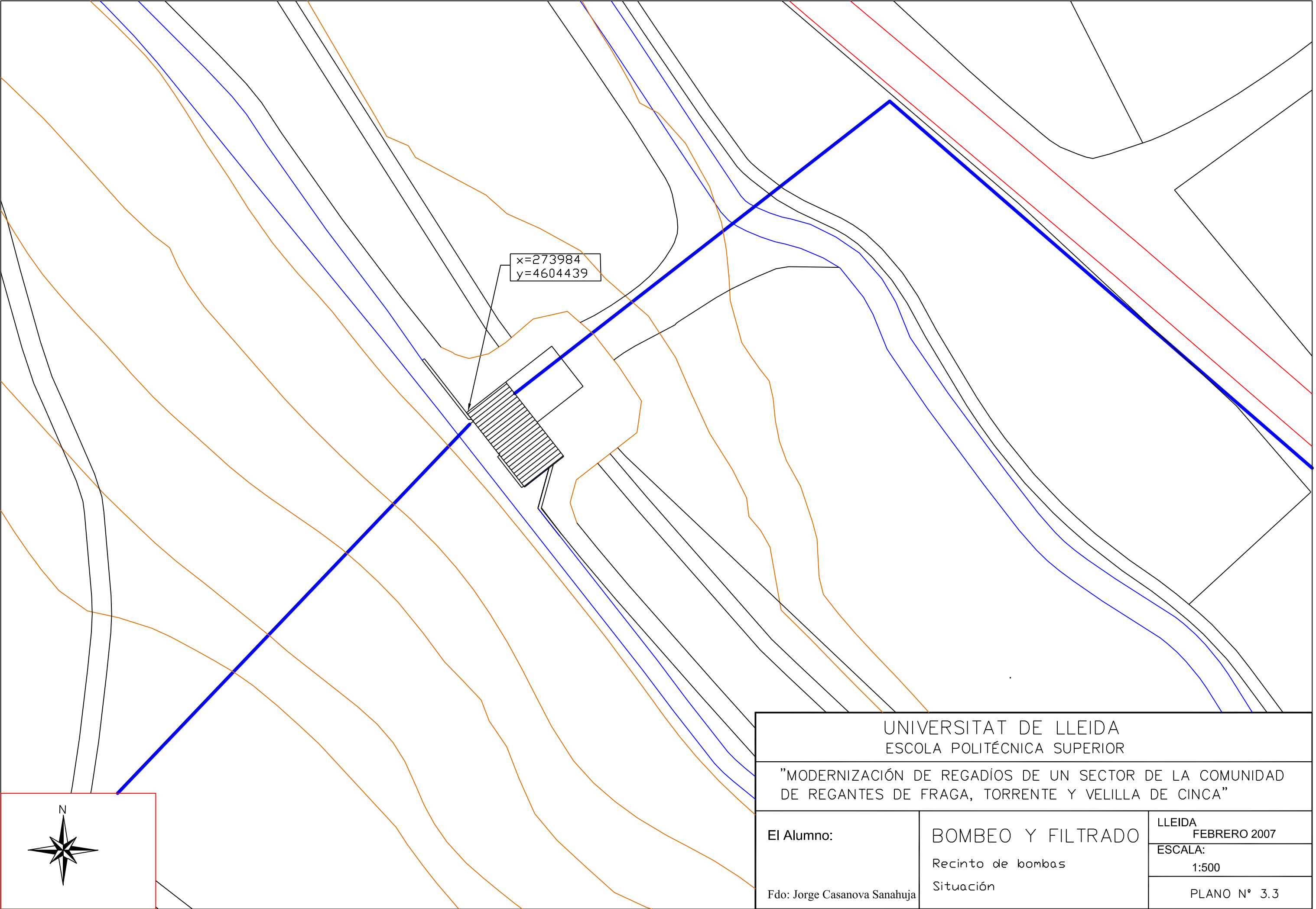






Puntos.	NU8	1	2	3	EMBALSE
Descripción del tramo.	NU8-1	1-2	2-3	3-EMBALSE	
Diametro nominal.	Ø500 mm.	Ø500 mm.	Ø500 mm.	Ø500 mm.	
Tipo de tubería.	prfv SN5000 PN10	prfv SN5000 PN6	prfv SN5000 PN6	prfv SN5000 PN6	
Pendiente media.(%)	37 %	10 %	31 %	0 %	
Longitud (m.)	58	101	102	49	
Distancia al origen m.	0	58	159	261	310
Presion sobre el terreno (m.c.a.)	62.83	42.30	31.38	0.45	0
Cota piezométrica (m.)	187.83	187.30	186.38	185.45	185
Cota del terreno (m.)	125	145	155	185	185

UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
”MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	BOMBEO Y FILTRADO  Línea de impulsón  Perfil longitudinal	LLEIDA
		ESCALA: 1:1000
		PLANO N° 3.2



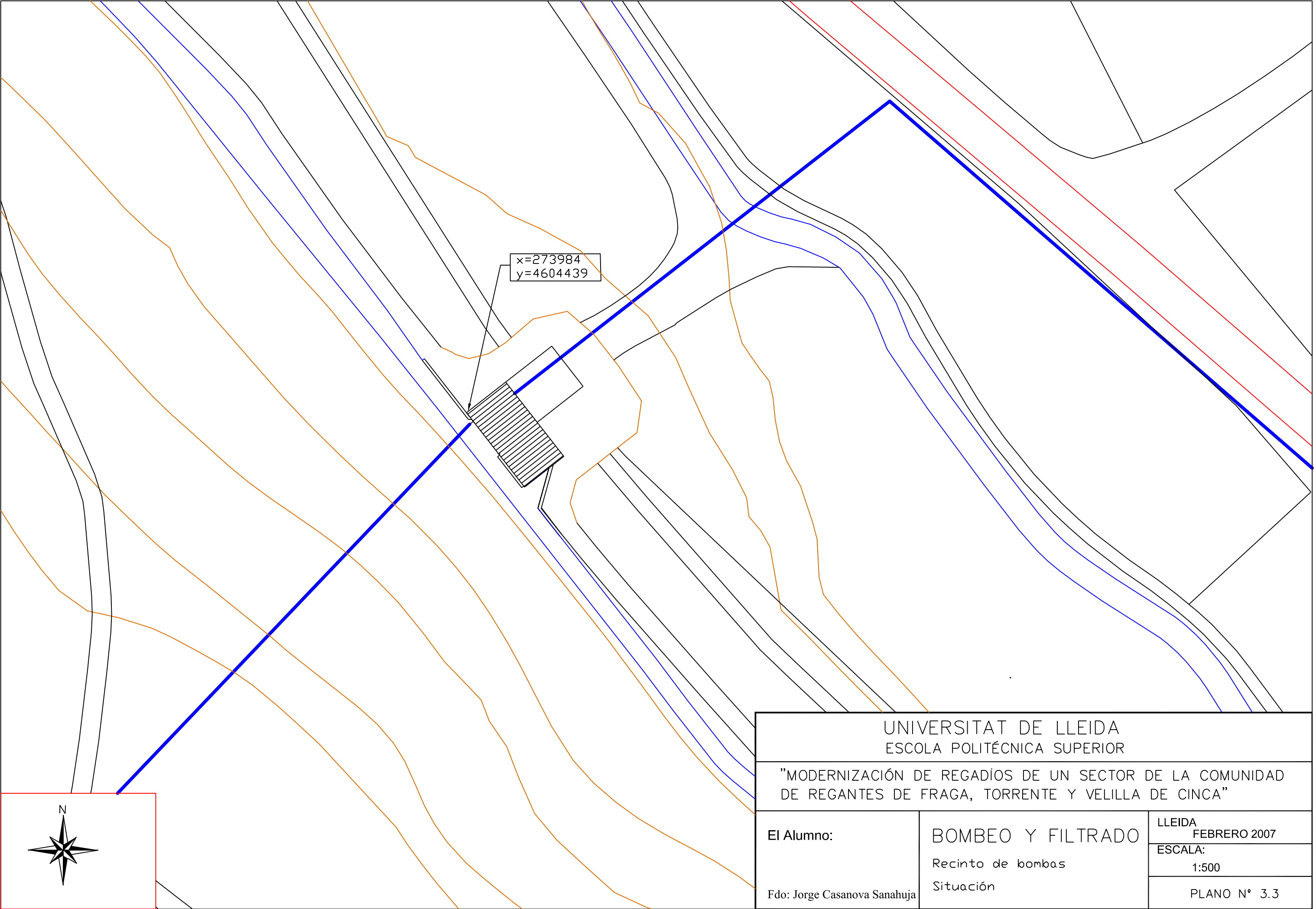
UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:  
  
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

BOMBEO Y FILTRADO  
Recinto de bombas  
Situación

LLEIDA  
FEBRERO 2007  
ESCALA:  
1:500  
PLANO N° 3.3



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

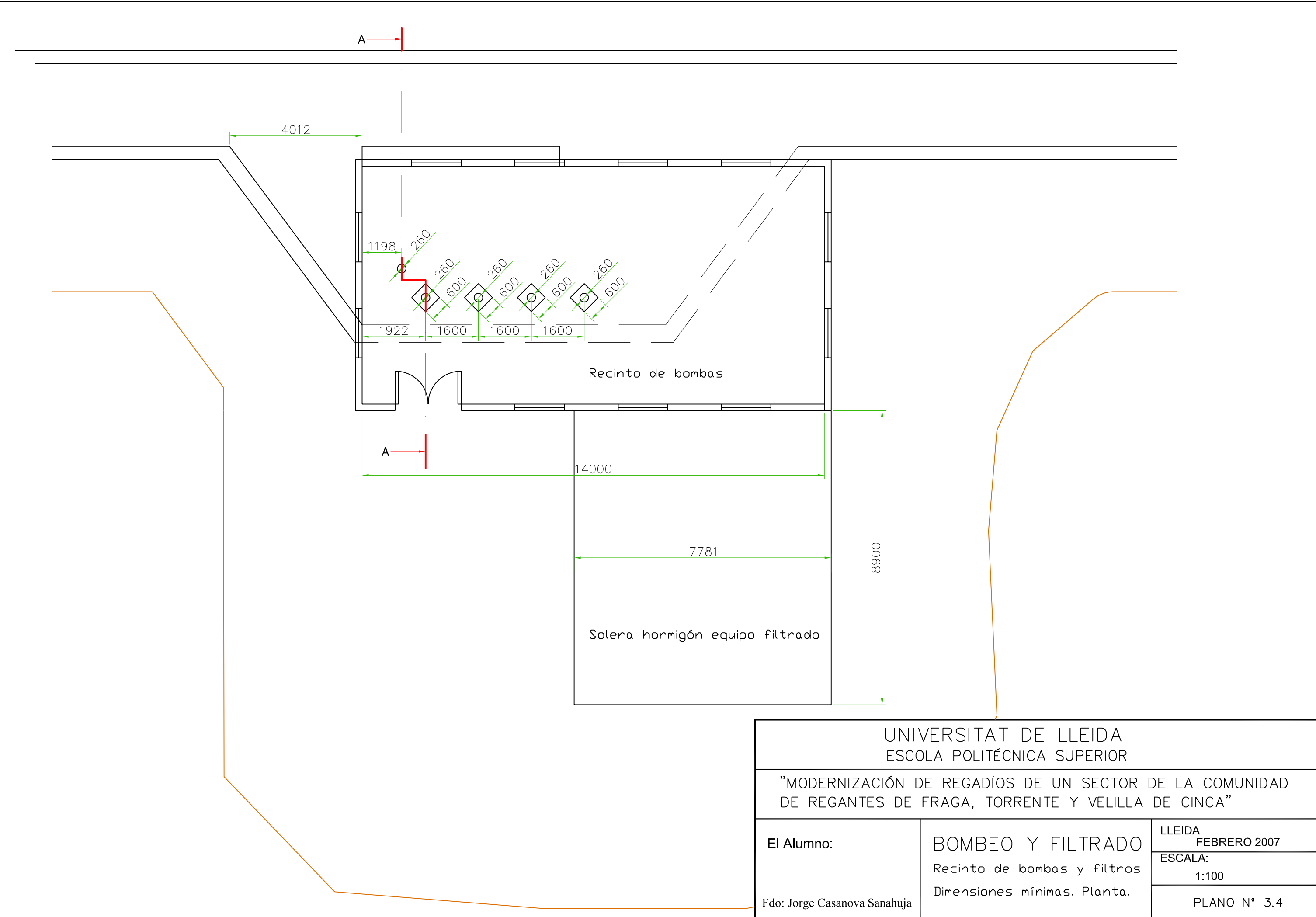
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:	BOMBEO Y FILTRADO	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:500
		PLANO N° 3.3

Recinto de bombas

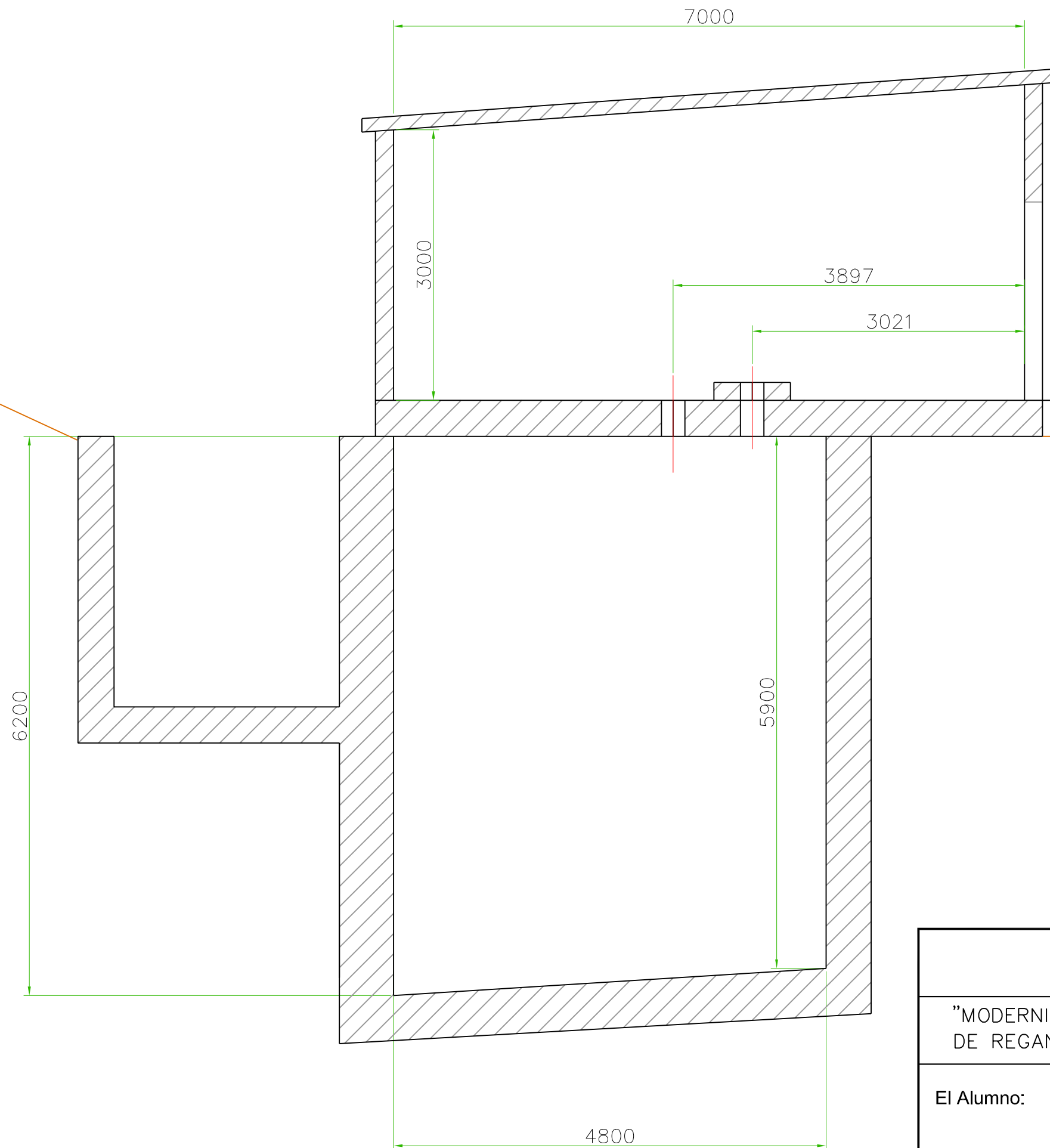
Situación

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

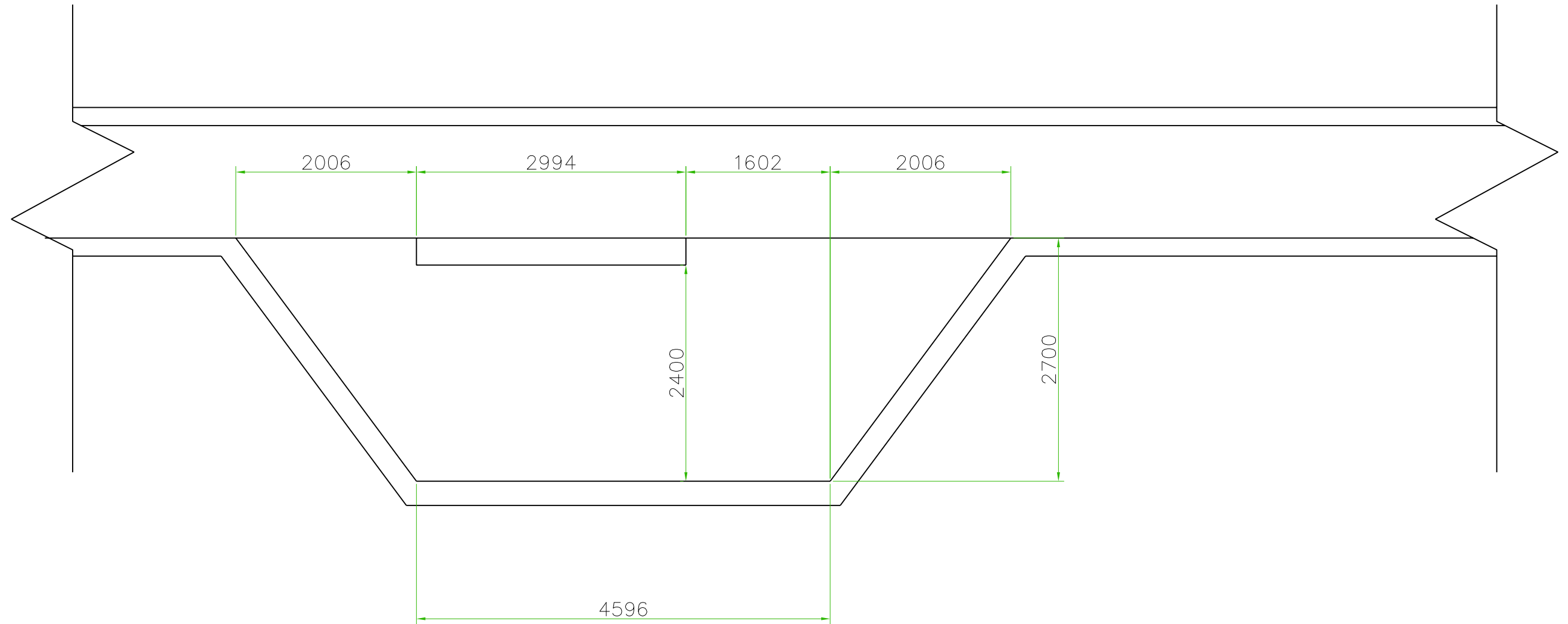


UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	BOMBEO Y FILTRADO Recinto de bombas y filtros Dimensiones mínimas. Planta.	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:100
		PLANO N° 3.4

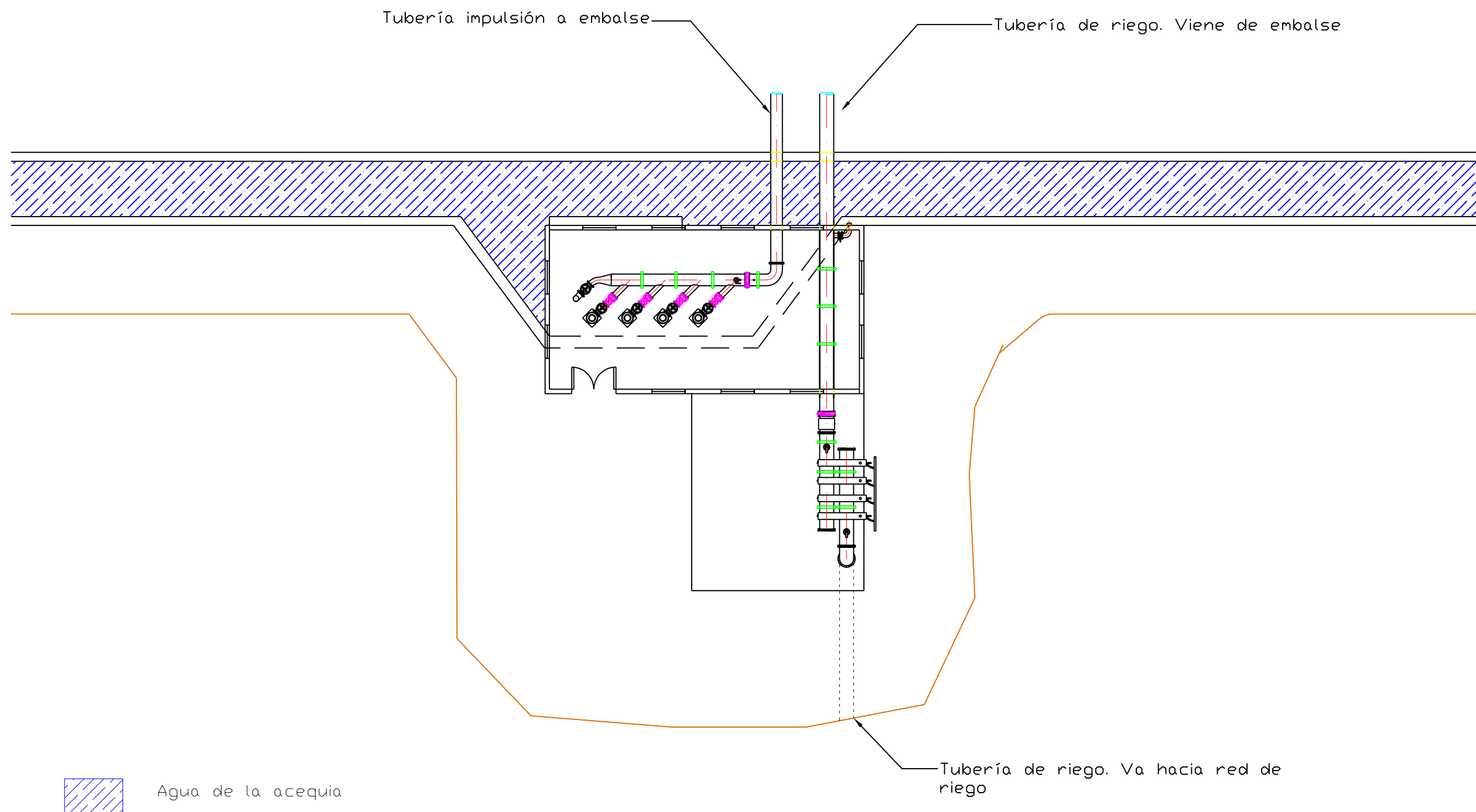




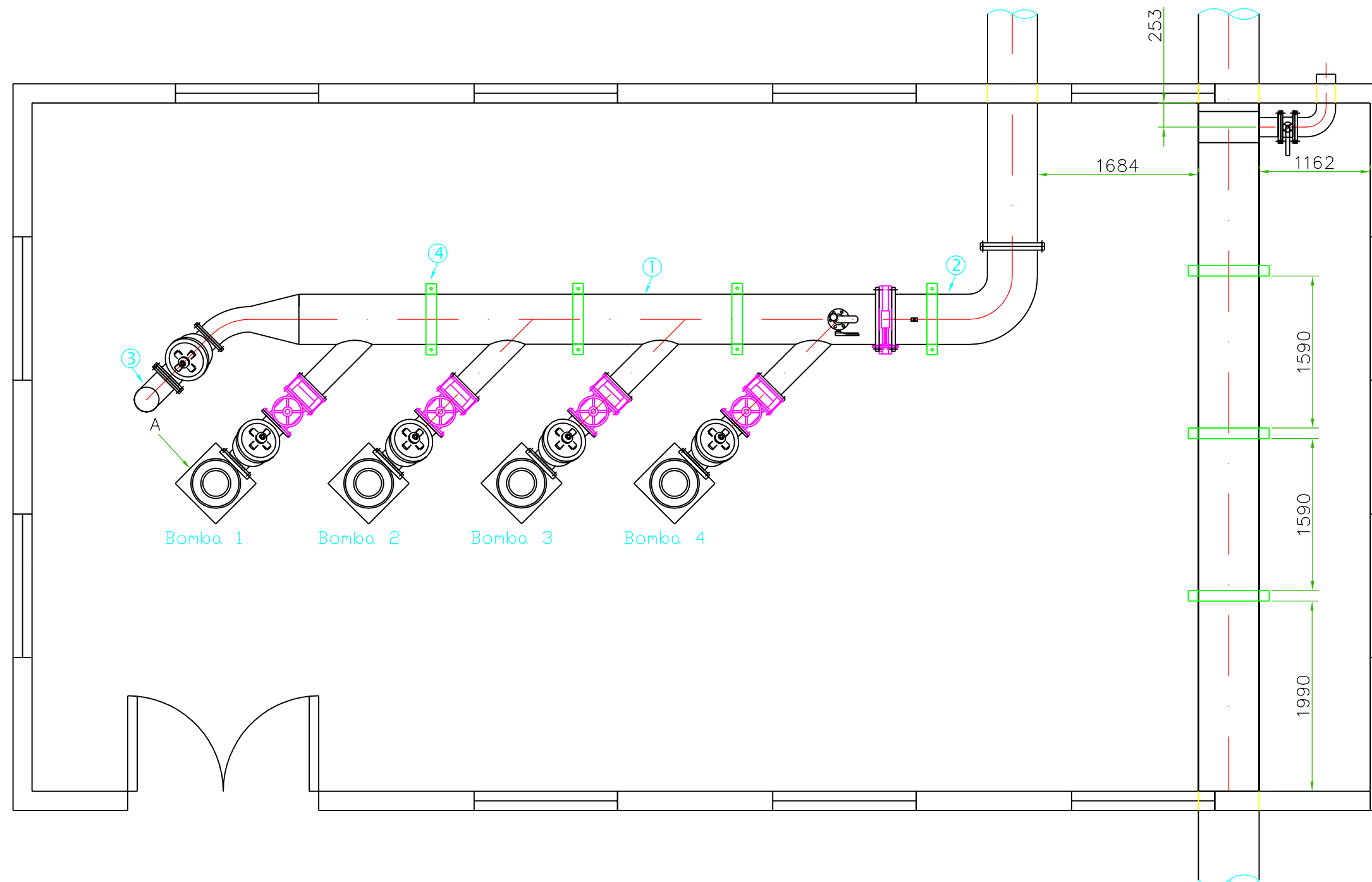
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
”MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”		
El Alumno:	BOMBEO Y FILTRADO  Recinto de bombas.  Dim. minimas.Sección A–A	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:50
		PLANO N° 3.5
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja		



UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	BOMBEO Y FILTRADO Deposito de captación. Dimensiones mínimas. Planta.	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:50
		PLANO N° 3.6

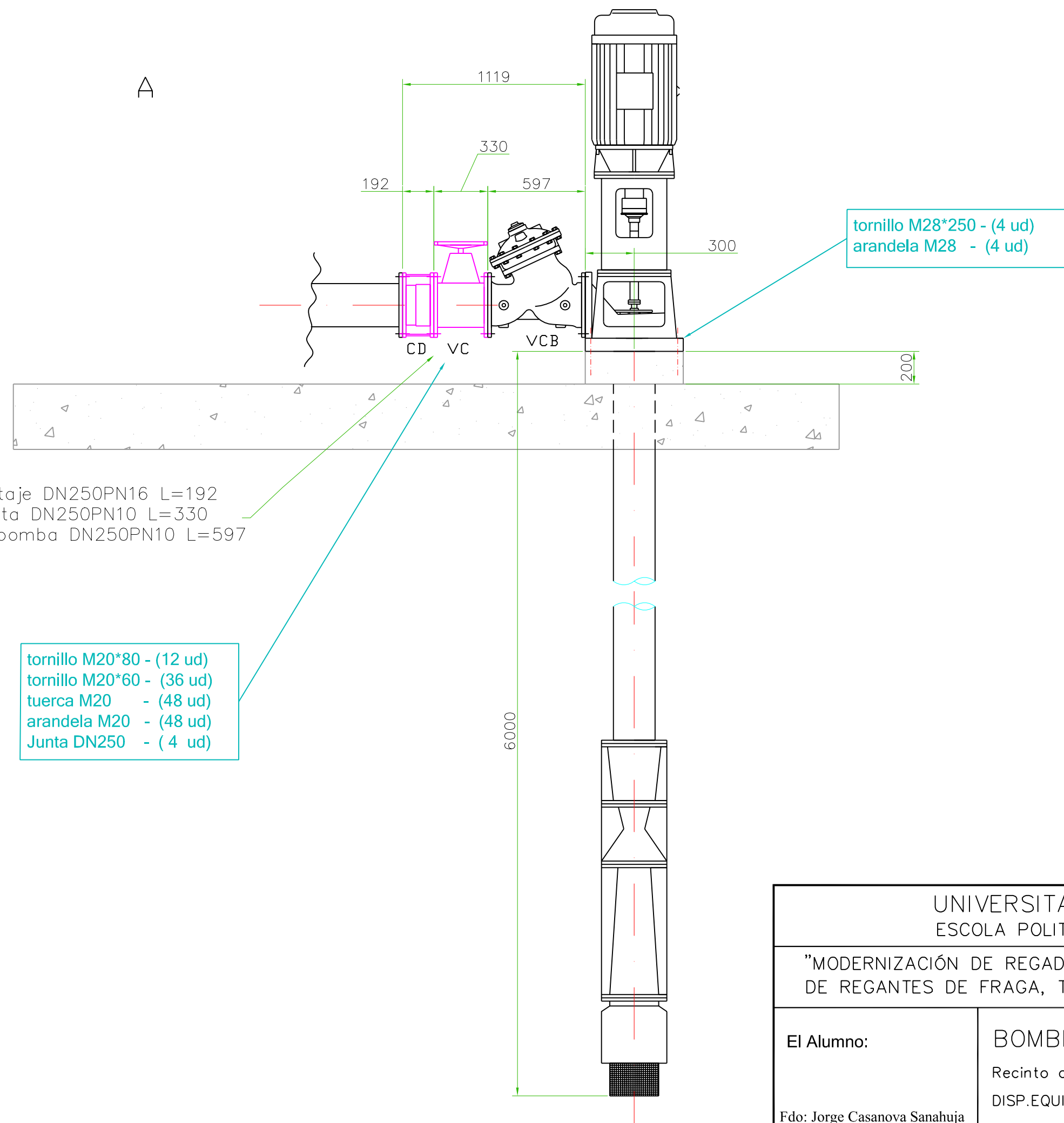


UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	BOMBEO Y FILTRADO Recinto de bombas y filtros Disposición equipos. Planta	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:200
		PLANO N° 3.7



- ① Marca 1: Colector de bombeo
- ② Marca 2: Codo 90° chapa DN500
- ③ Marca 3: Codo 90° chapa DN250
- ④ Marca 4: Soporte tubo DN500

<p>UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR</p>		
<p>"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"</p>		
<p>El Alumno:</p> <p>Fdo: Jorge Casanova Sanahuja</p>	<p>BOMBEO Y FILTRADO</p> <p>Recinto de bombas.</p> <p>Disposición de equipos. Planta.</p>	<p>LLEIDA FEBRERO 2007</p>
		<p>ESCALA:</p> <p>1:50</p>
		<p>PLANO N° 3.8</p>

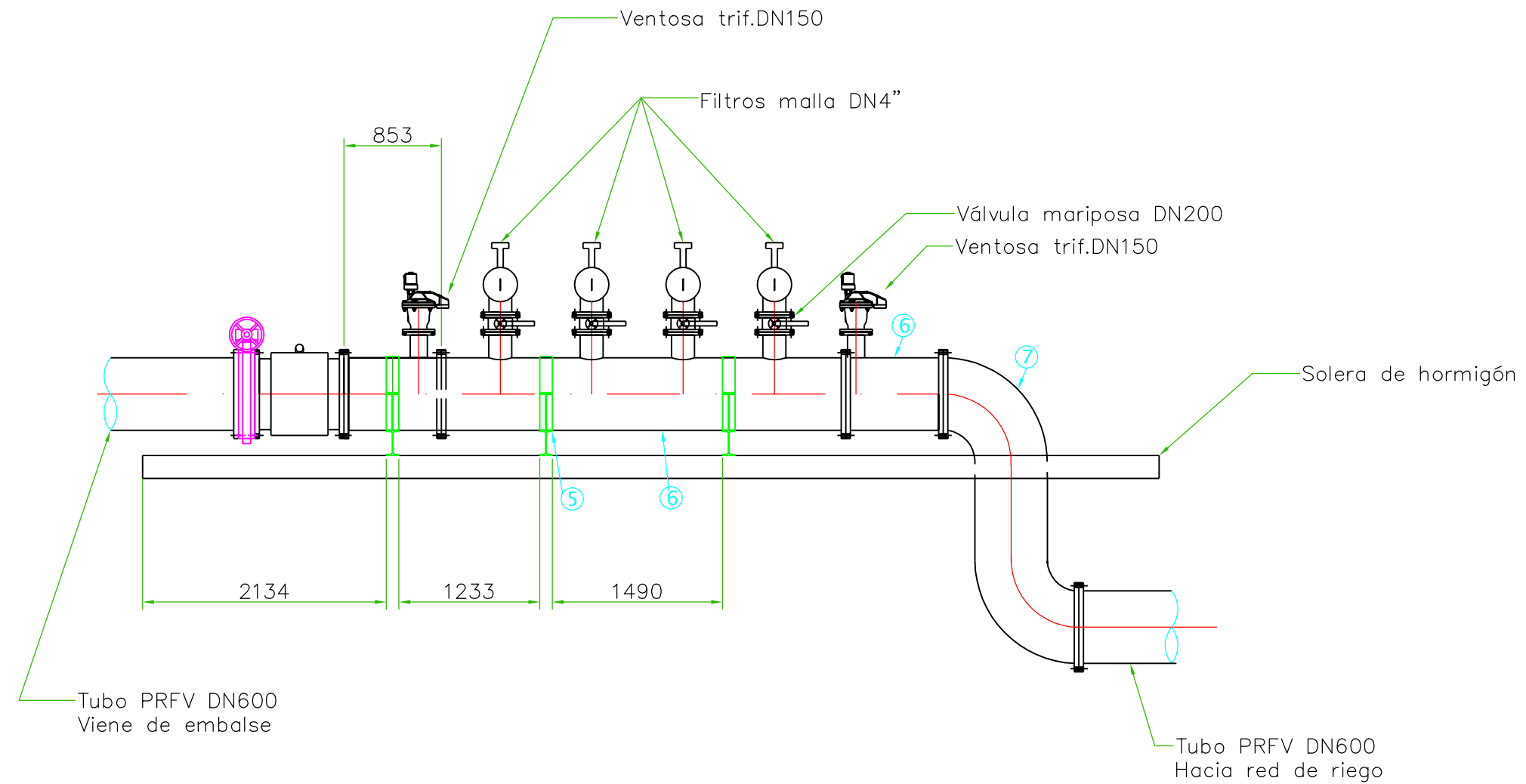


Carrete desmontaje DN250PN16 L=192  
Válvula compuerta DN250PN10 L=330  
Válvula control bomba DN250PN10 L=597

tornillo M20\*80 - (12 ud)  
tornillo M20\*60 - (36 ud)  
tuerca M20 - (48 ud)  
arandela M20 - (48 ud)  
Junta DN250 - (4 ud)

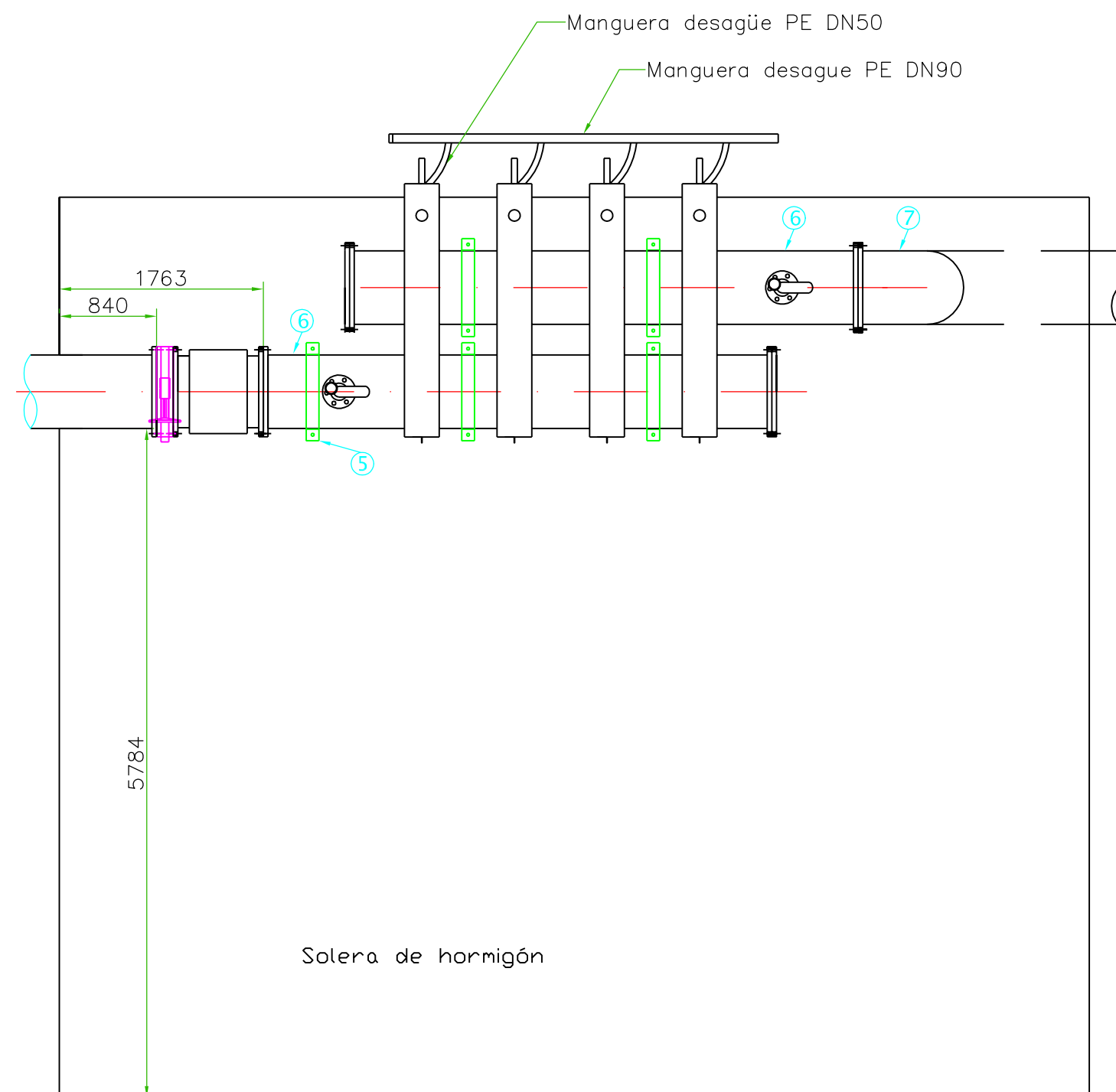
tornillo M28\*250 - (4 ud)  
arandela M28 - (4 ud)

UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
”MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”		
El Alumno:	BOMBEO Y FILTRADO  Recinto de bombas.  DISP.EQUIPOS.VISTA AUXILIAR A	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:25
		PLANO N° 3.9
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja		



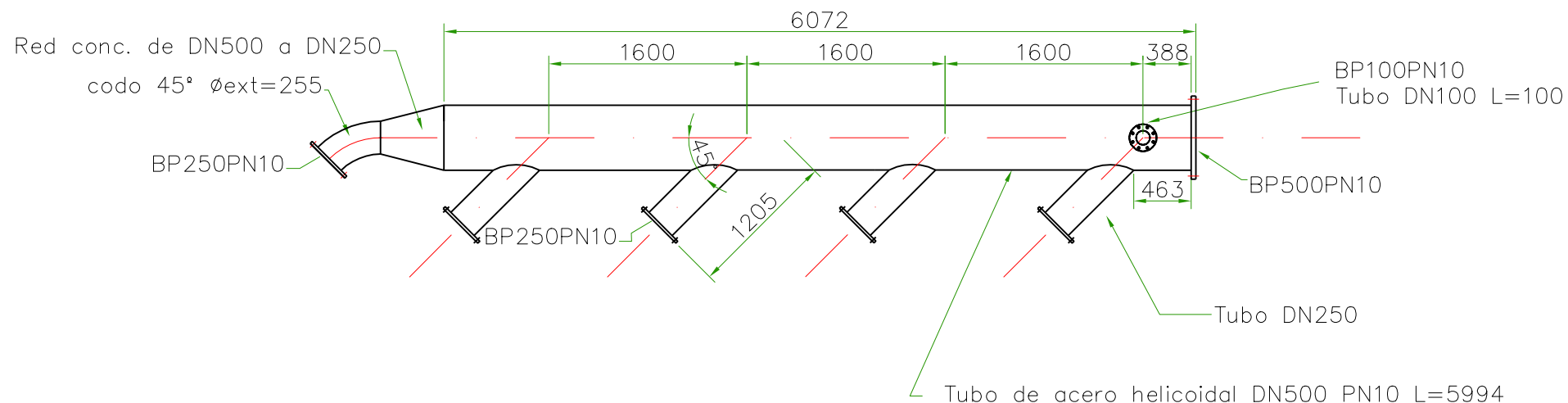
- ⑤ Marca 5: Soporte tubería DN600
- ⑥ Marca 6: Colector de filtrado.
- ⑦ Marca 7: Cuello de cisne chapa DN600

UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	BOMBEO Y FILTRADO  Estación de filtrado Disposición equipos. Alzado	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:50
		PLANO N° 3.10



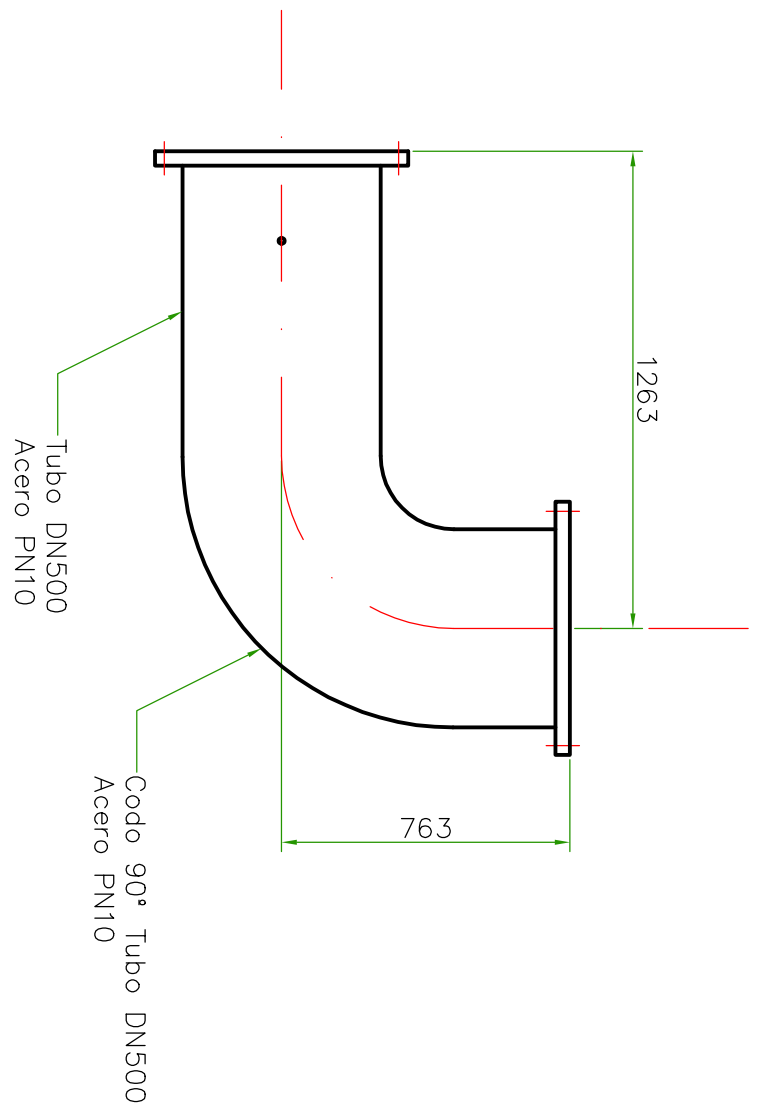
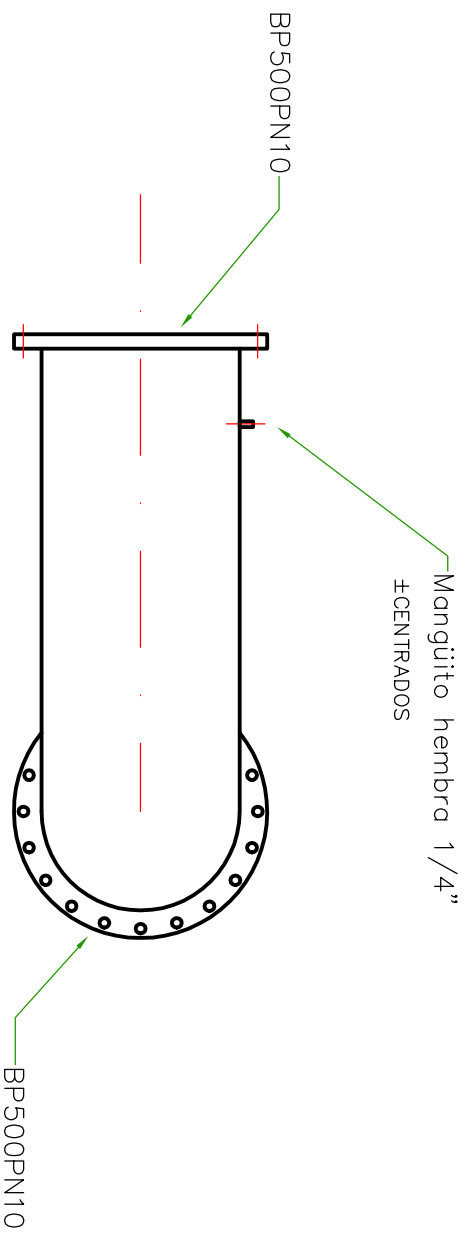
- ⑤ Marca 5: Soporte tubería DN600
- ⑥ Marca 6: Colector de filtrado.
- ⑦ Marca 7: Cuello de cisne chapa DN600

<p>UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR</p>		
<p>"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"</p>		
<p>El Alumno:</p> <p>Fdo: Jorge Casanova Sanahuja</p>	<p>BOMBEO Y FILTRADO</p> <p>Estación de filtrado</p> <p>Disposición de equipos. Planta</p>	<p>LLEIDA FEBRERO 2007</p>
		<p>ESCALA:</p> <p>1:50</p>
		<p>PLANO N° 3.11</p>



UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	BOMBEO Y FILTRADO  Marca 1  Colector de bombeo	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:50
		PLANO N° 3.12

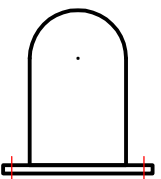
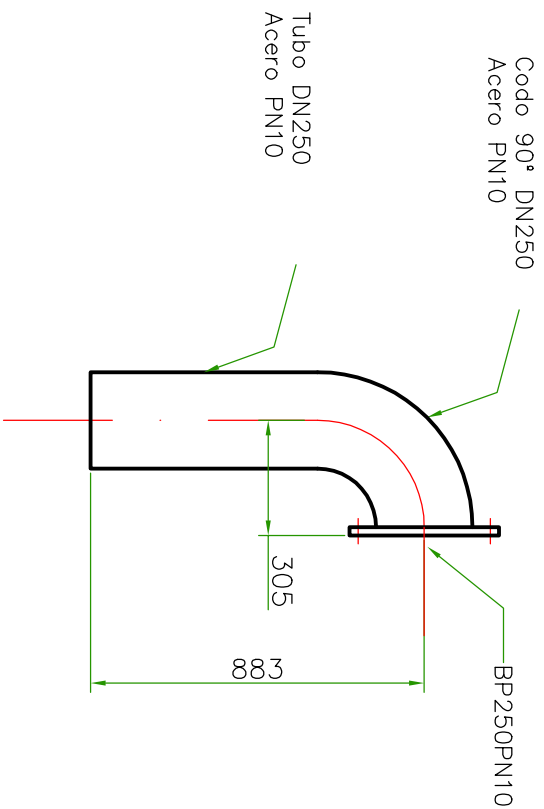




UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

”MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”

El Alumno:	BOMBEO Y FILTRADO		LLEIDA
	Marca 2		FEBRERO 2007
	Codo 90º chapa DN500		ESCALA: 1:20
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja		PLANO N° 3.13	



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

”MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”

El Alumno:

BOMBEO Y FILTRADO

LLEIDA

FEBRERO 2007

Marca 3

ESCALA:

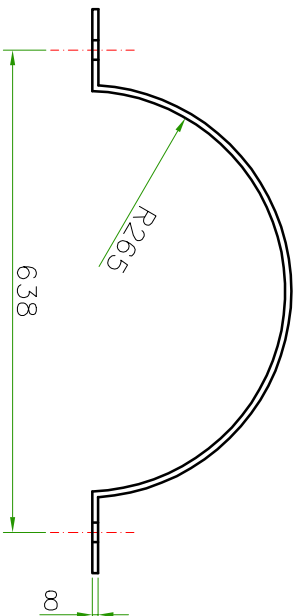
1:20

Codo 90° chapa DN250

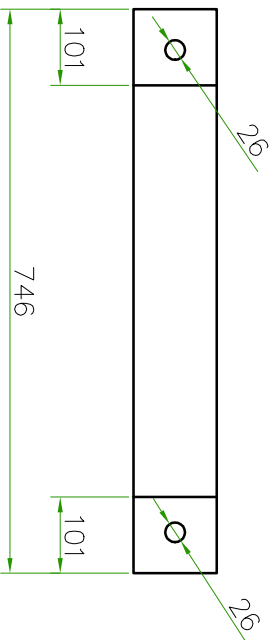
PLANO N° 3.14

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

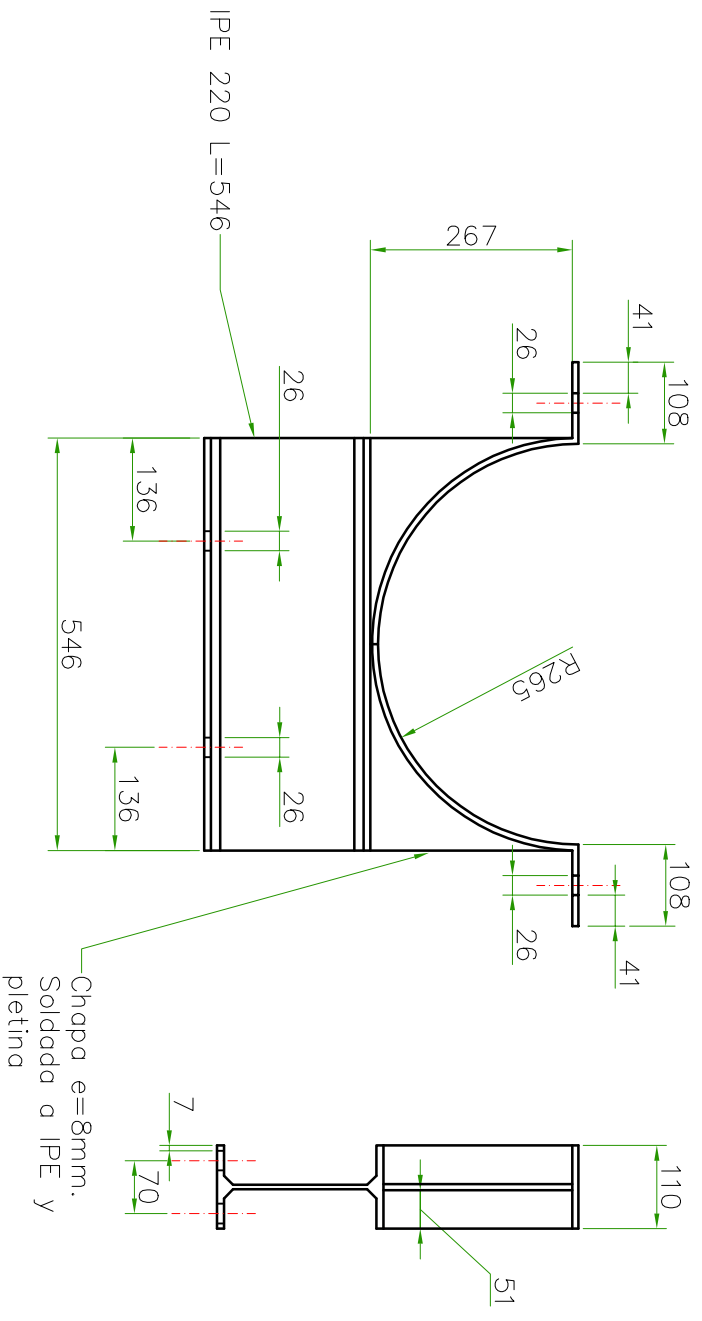
## Parte superior (4 udl.)



Todo en chapa de  
acero  $e=8\text{mm}$ .



## Parte inferior (4 udl.)



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

“MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELLILLA DE CINCA”

El Alumno:

# BOMBEO Y FILTRADO

MARCA 4

SopORTE tubo DN500

LLEIDA

FEBRERO 2007

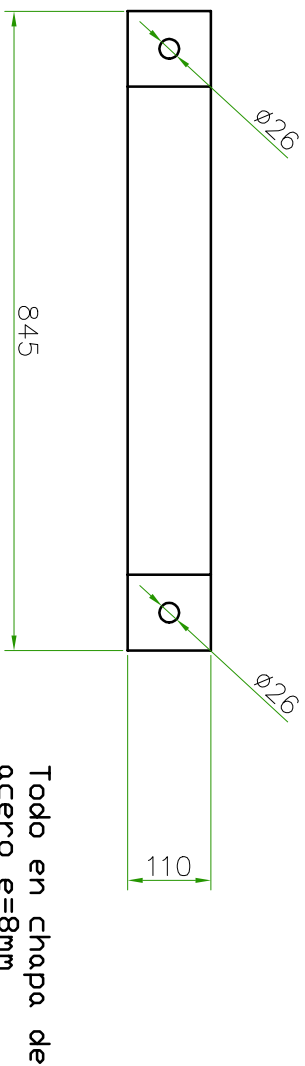
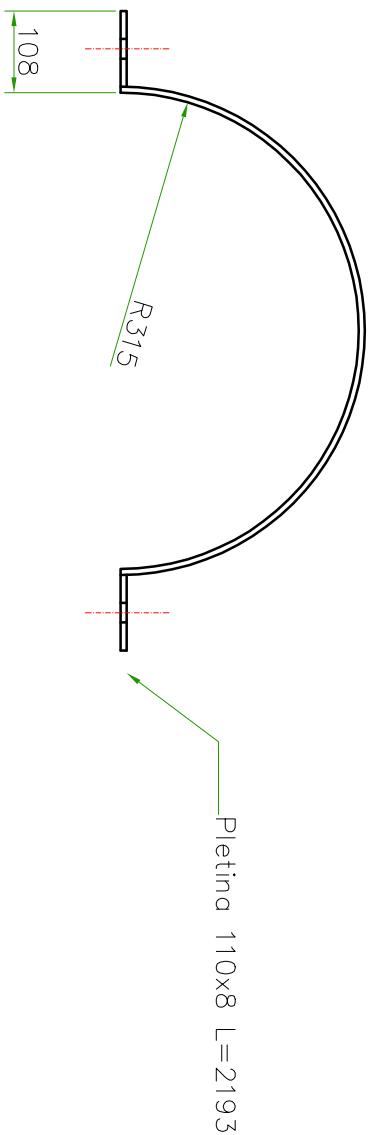
ESCALA:

1:10

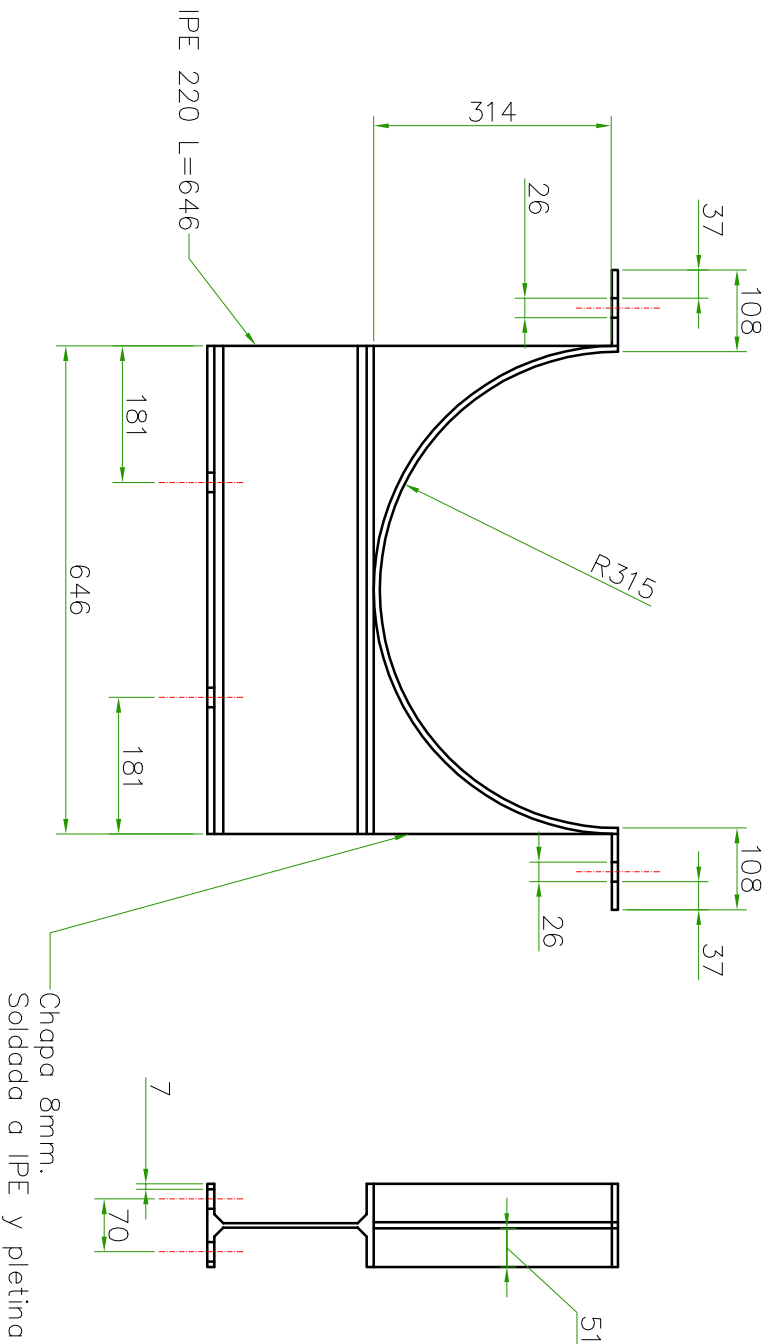
Edo: Jorge Casanova Sanahúia

## PLANO Nº 3.15

Parte superior (8ud.)



Parte inferior (8ud.)



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

“MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”

El Alumno:

BOMBEO Y FILTRADO

LLEIDA

FEBRERO 2007

Marca 5

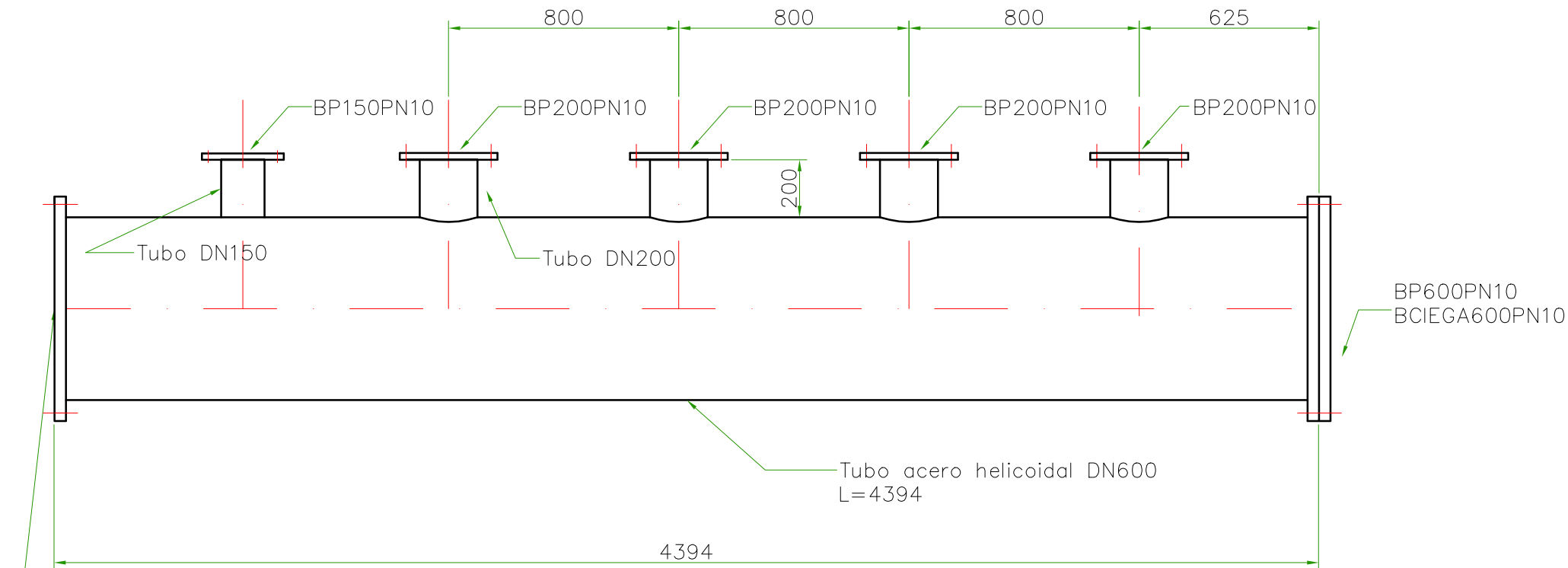
ESCALA:

1:10

Codo 90º chapa DN600

PLANO Nº 3.16

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

BOMBEO Y FILTRADO

LLEIDA  
FEBRERO 2007

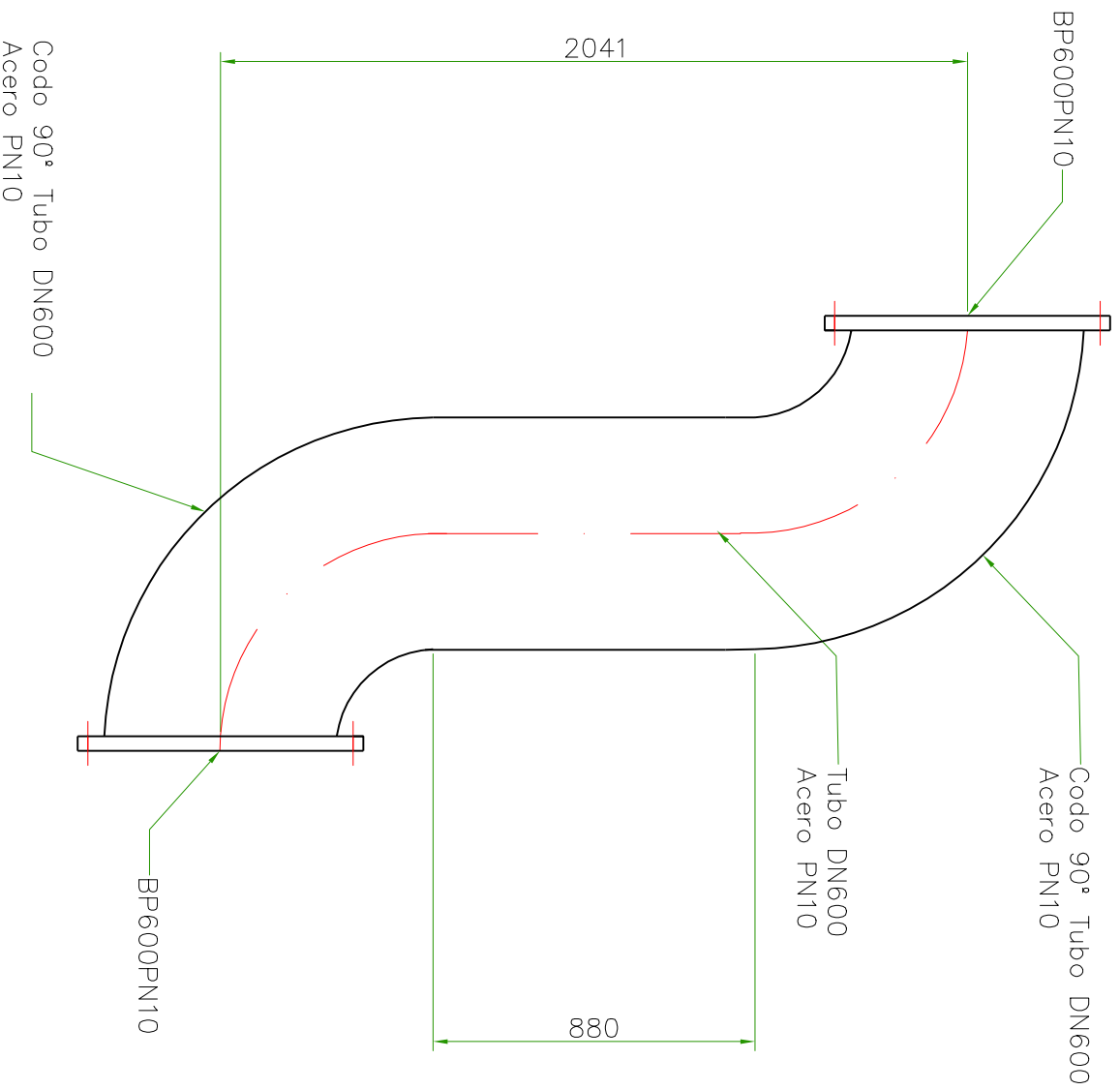
ESCALA:  
1:20

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

Marca 6

Colector de filtrado

PLANO N° 3.17



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

”MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”

El Alumno:

BOMBEO Y FILTRADO

LLEIDA

FEBRERO 2007

Marca 7

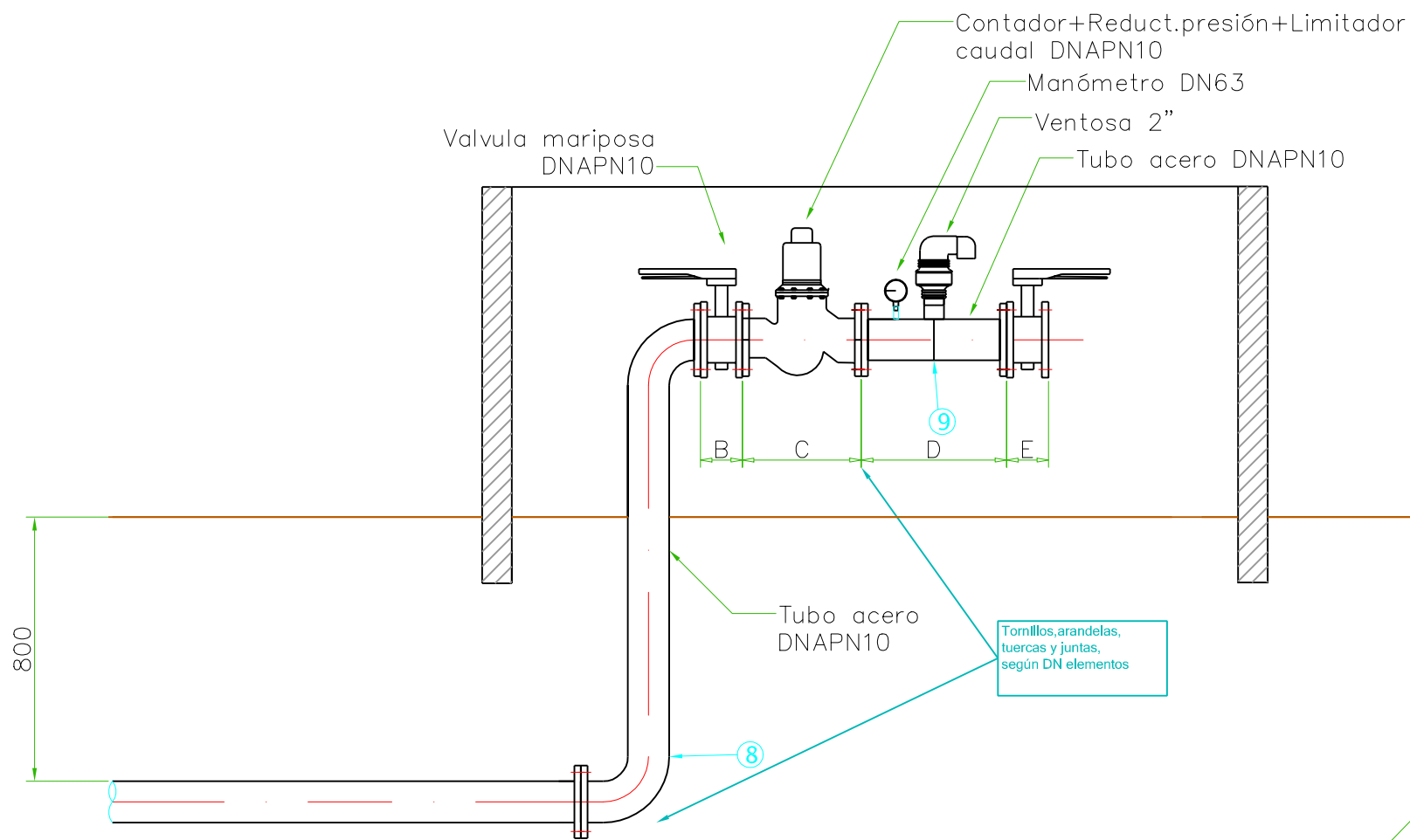
ESCALA:

1:20

Cuello de cisne DN600

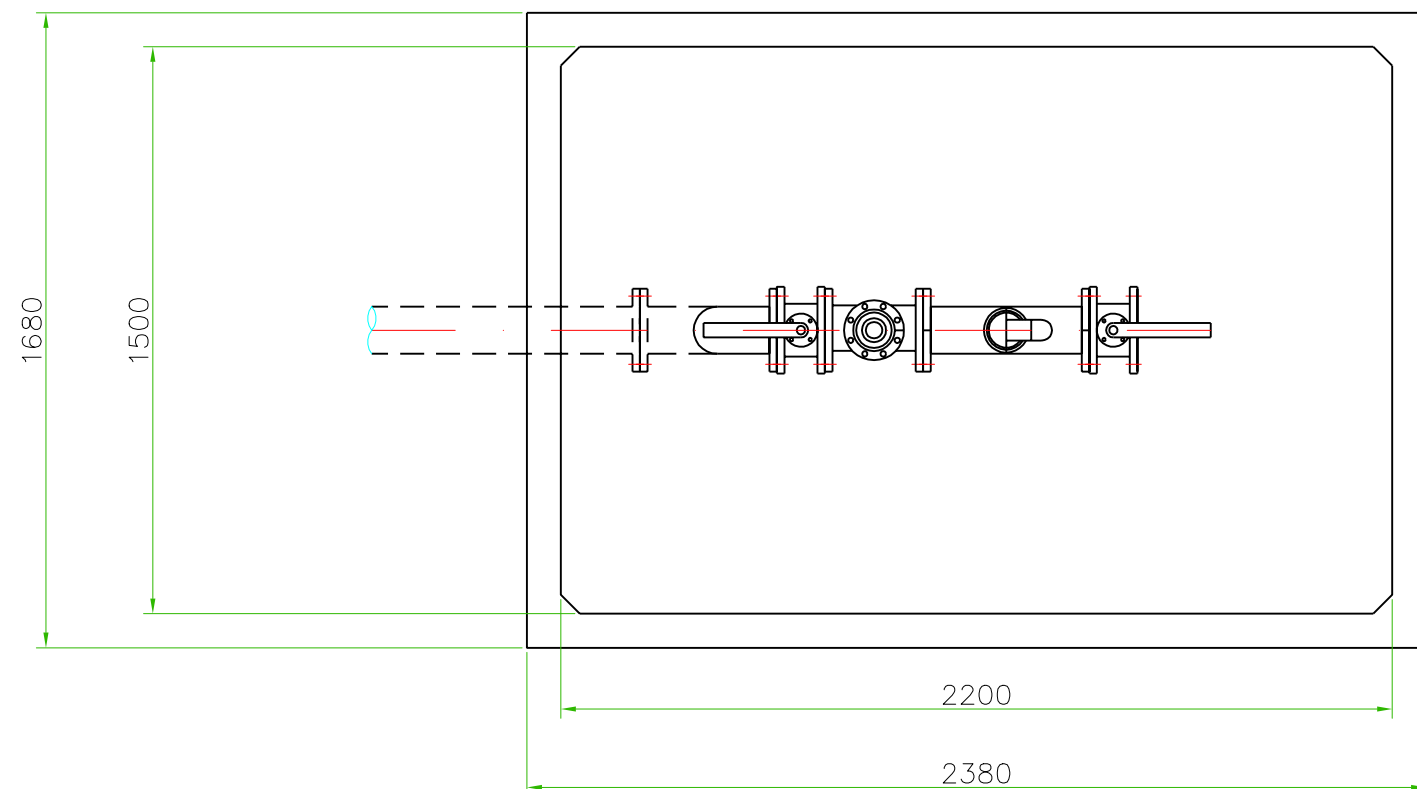
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

PLANO N° 3.18



Tipo hidrante	DNA	B(mm)	C(mm)	D(mm)	E(mm)
2"	2"	108	220	440	108
3"	3"	114	290	440	114
4"	4"	127	360	440	127
6"	6"	140	560	440	140

El recinto irá cerrado con dos hojas de chapa de 2mm de 1050x1600mm



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

HIDRANTES

LLEIDA  
FEBRERO 2007

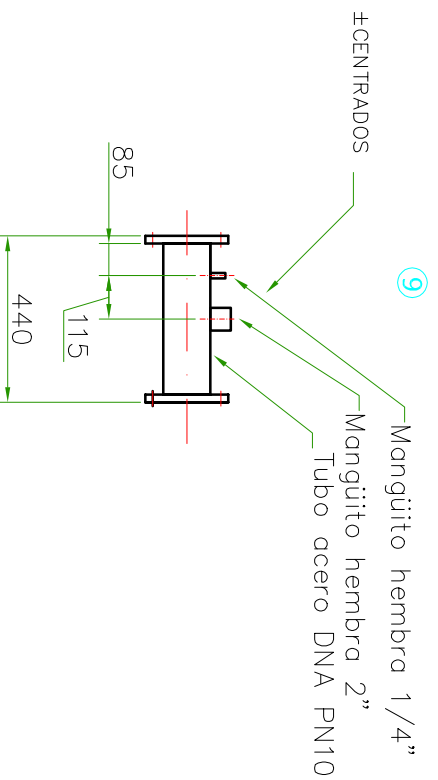
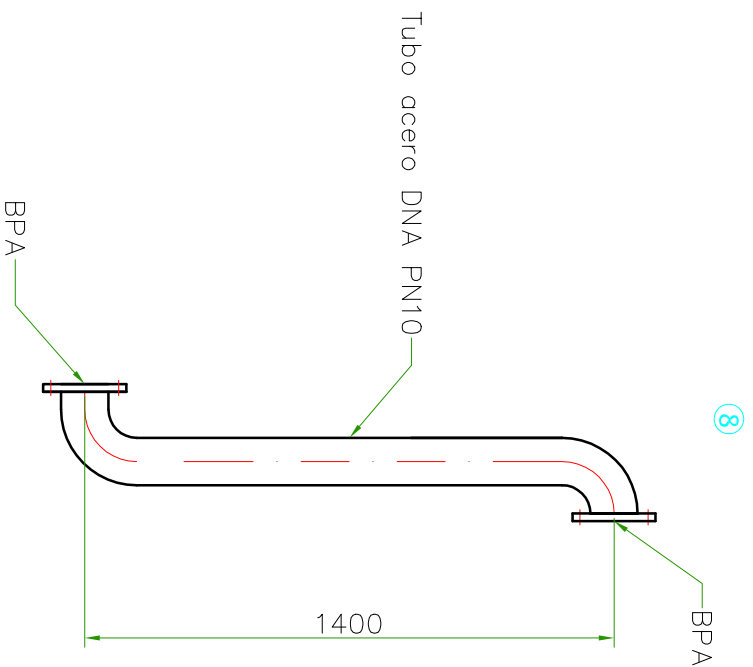
ESCALA:  
1:20

Disposición de elementos

Alzado y planta

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

PLANO N° 4.1



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

"MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"

El Alumno:

HIDRANTES  
Marcas 8 y 9

LLEIDA  
FEBRERO 2007

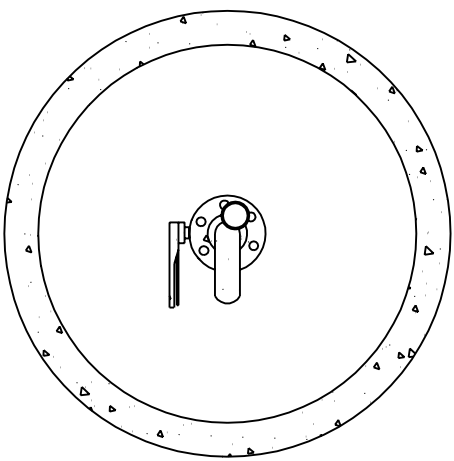
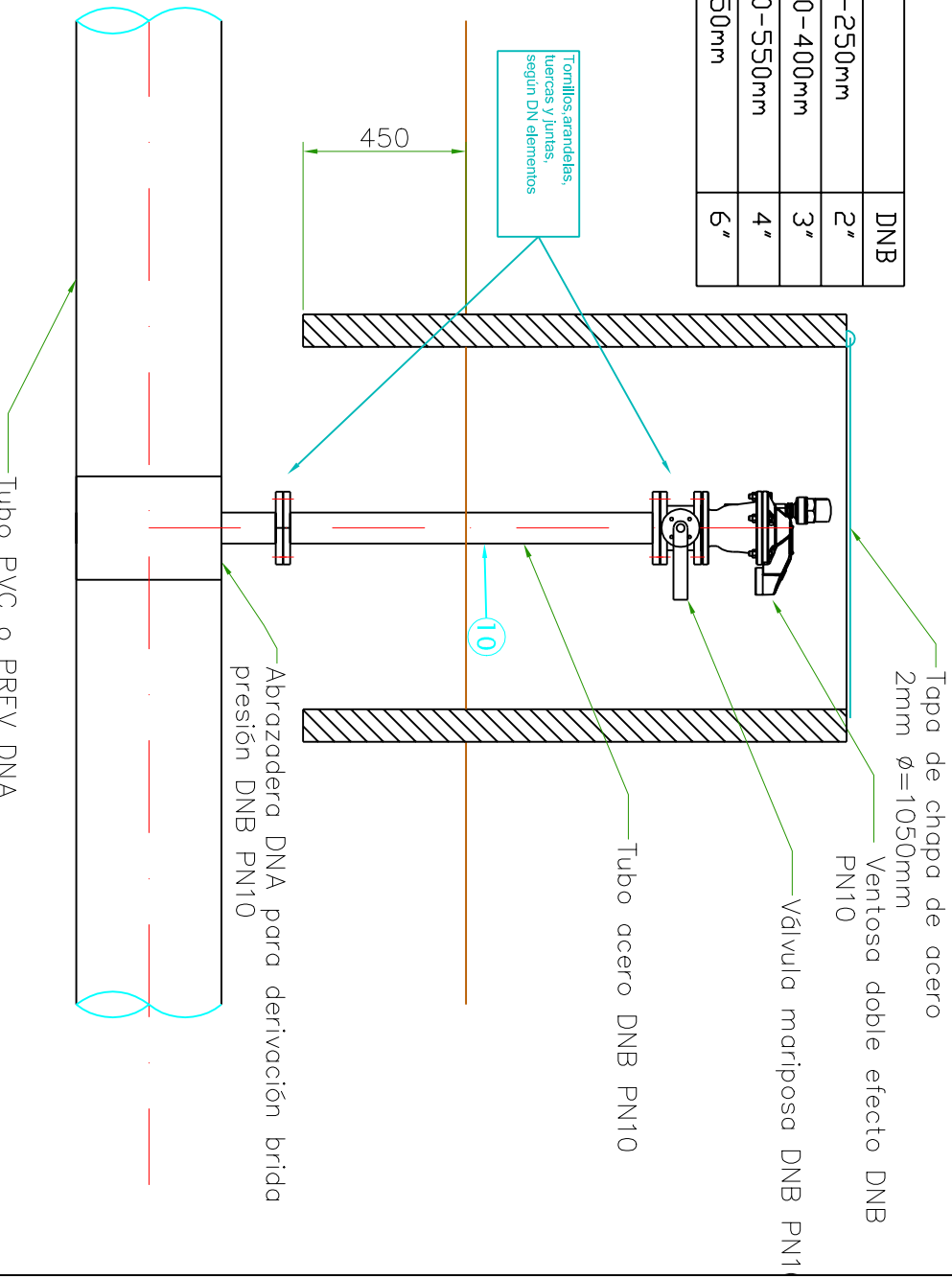
ESCALA:  
1:20

Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

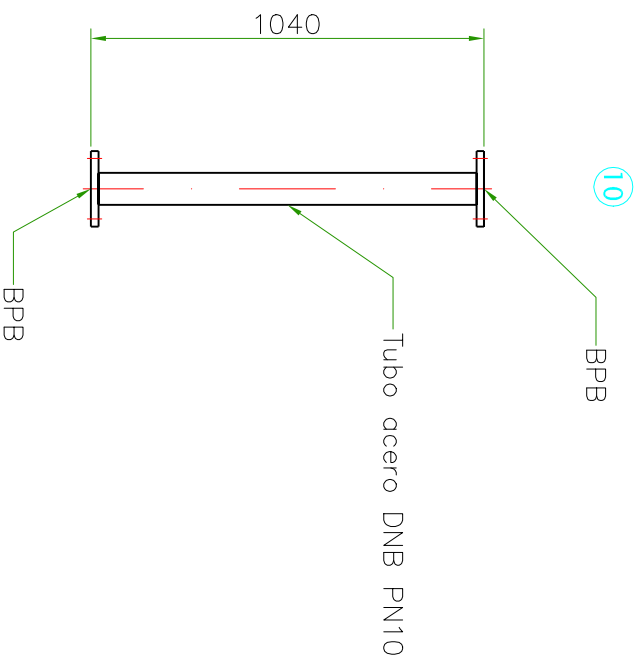
PLANO N° 4.2



DNA	DNB
90-250mm	2"
250-400mm	3"
400-550mm	4"
>550mm	6"



UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:	LLEIDA FEBRERO 2007	
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	VENTOSAS Disposición de elementos Alzado y planta	ESCALA: 1:20
		PLANO N° 5.1



UNIVERSITAT DE LLEIDA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

”MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD  
DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA”

El Alumno:

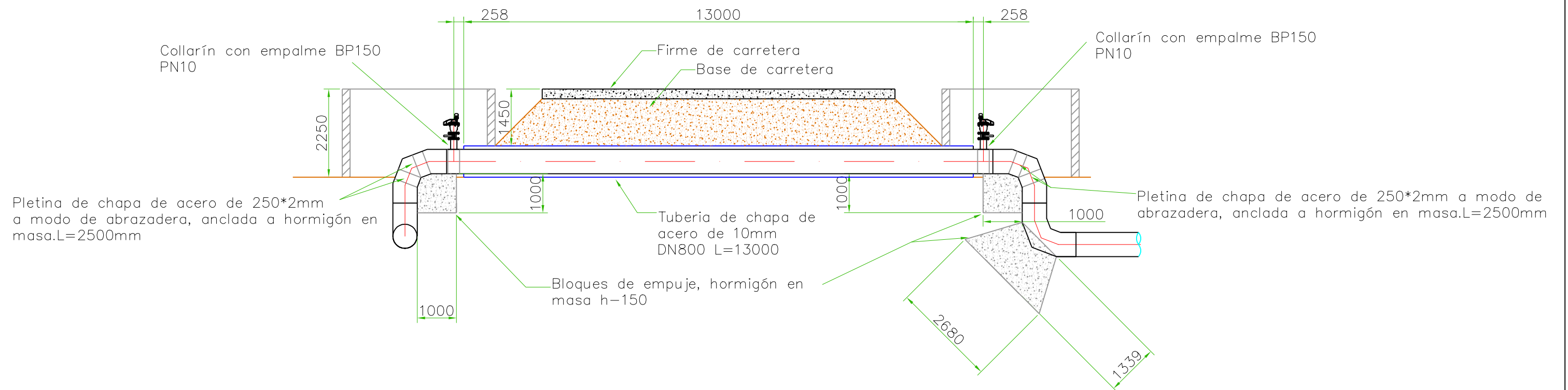
HIDRANTES  
Marca 10

LLEIDA  
FEBRERO 2007

ESCALA:  
1:20

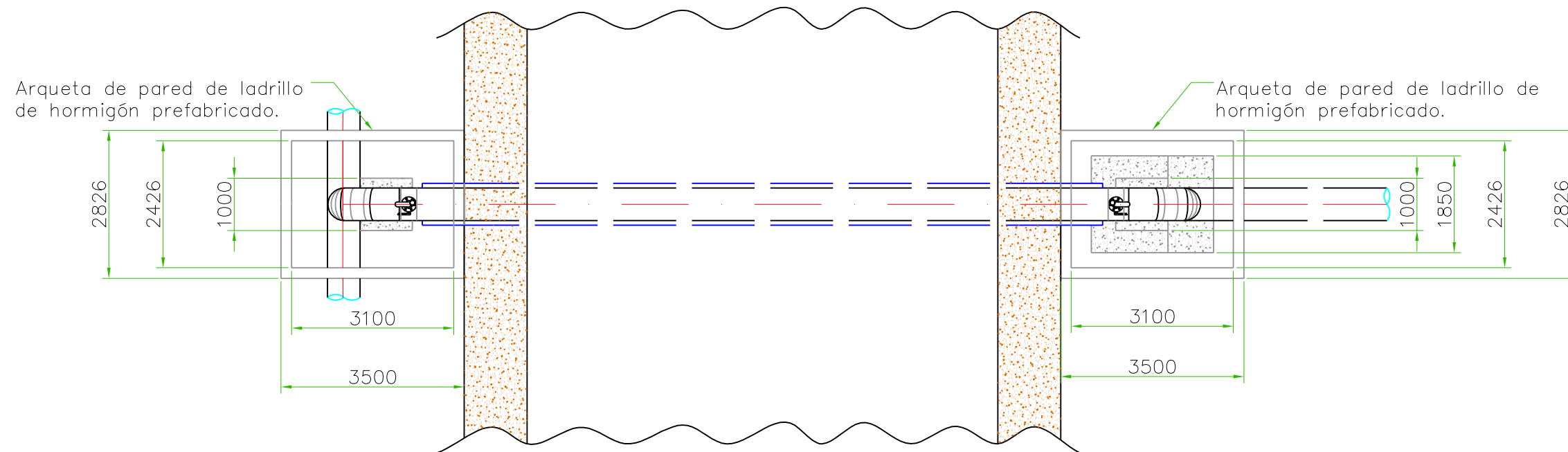
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja

PLANO N° 5.2

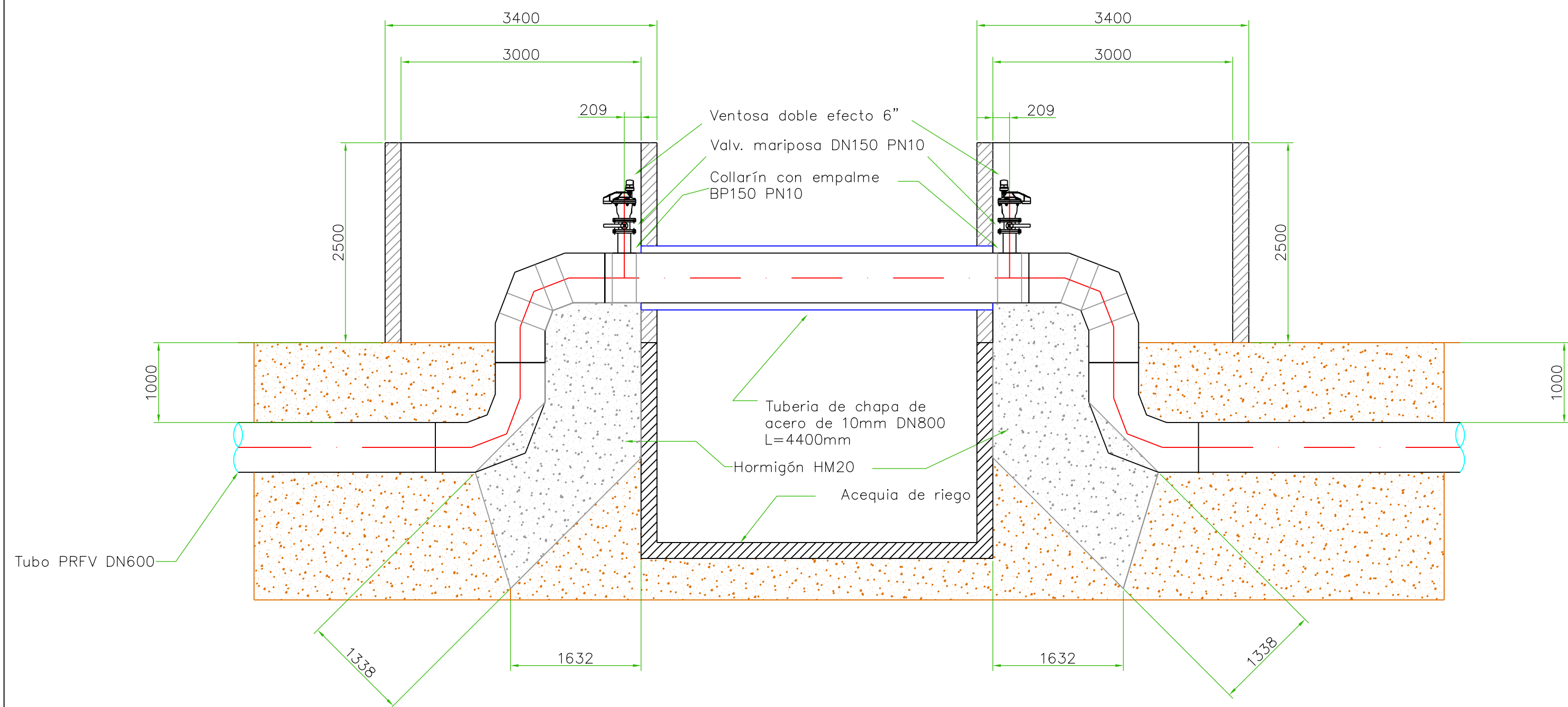


 Ventosa doble efecto 6"  
 Valv. mariposa DN150 PN10

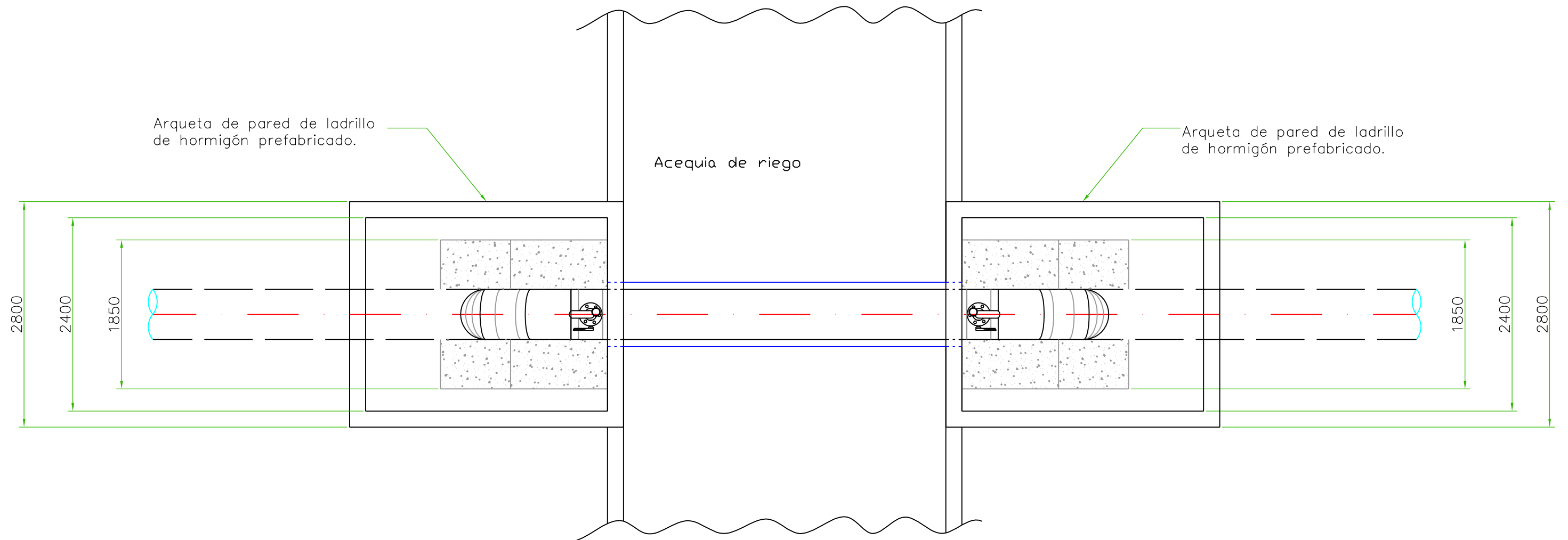
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	OBRAS AUXILIARES Paso carretera A131 Alzado. Corte transversal	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:100
		PLANO N° 6.1



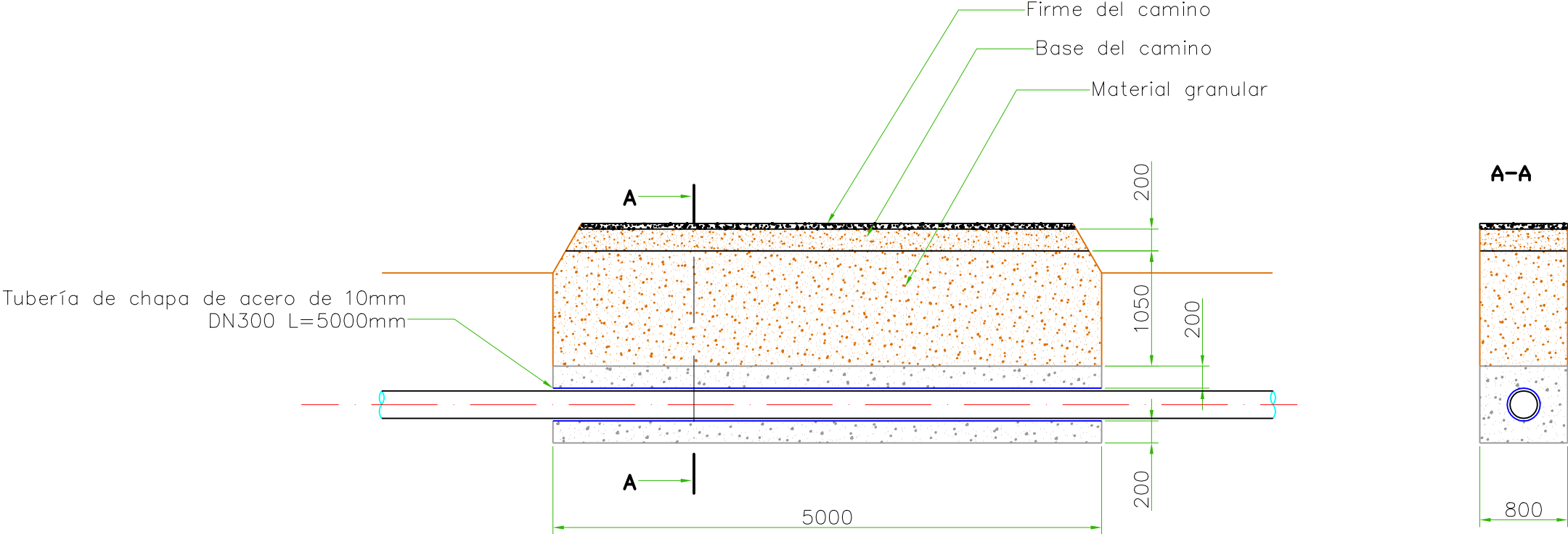
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	OBRAS AUXILIARES Paso carretera A131 Planta	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:100
		PLANO N° 6.2



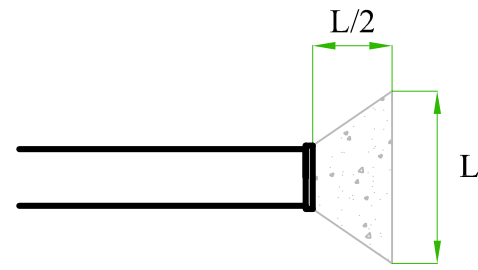
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	OBRAS AUXILIARES  Paso de acequia Alzado. Corte transversal	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:100
		PLANO N° 6.3



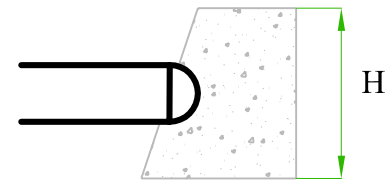
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	OBRAS AUXILIARES Paso de acequia Planta	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:100
		PLANO N° 6.4



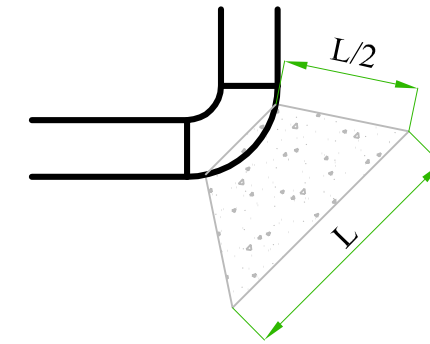
UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR		
"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"		
El Alumno:  Fdo: Jorge Casanova Sanahuja	OBRAS AUXILIARES  Paso de camino  Alzado y perfil	LLEIDA FEBRERO 2007
		ESCALA: 1:50
		PLANO N° 6.5



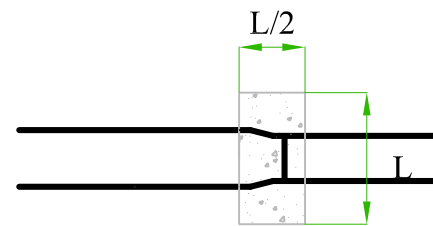
Tes o tapones



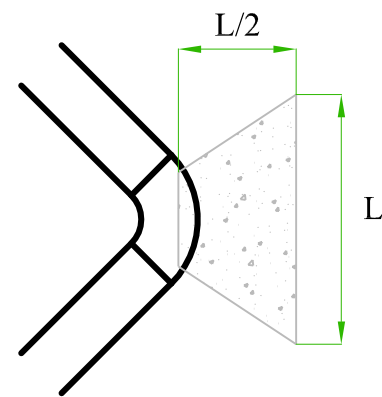
Alzado



Alzado

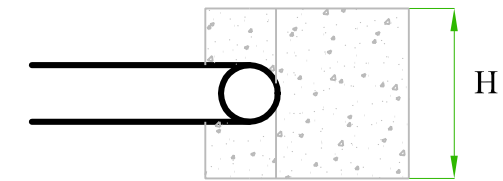


Conos de reducción



Planta

Codo horizontal



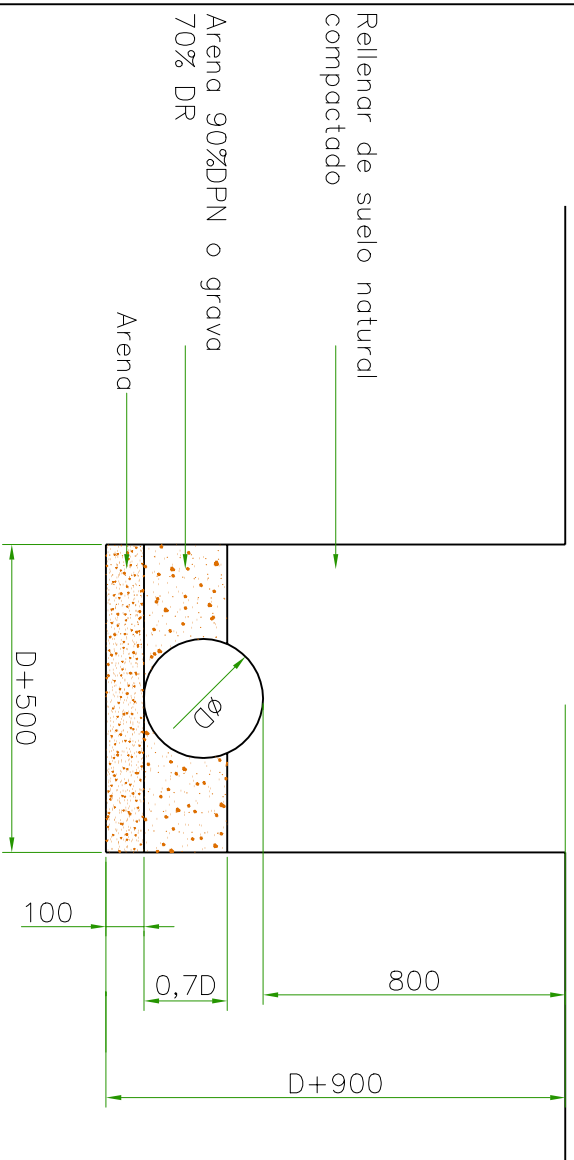
Planta

Codo vertical

L y H según tablas de dimensiones del Anexo 5

<p>UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</p>		
<p>"MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"</p>		
<p>El Alumno:</p>	<p>OBRAS AUXILIARES</p>	<p>LLEIDA FEBRERO 2007</p>
		<p>ESCALA:</p>
<p>Fdo: Jorge Casanova Sanahuja</p>	<p>Bloques de empuje Elementos con bl. de empuje</p>	<p>PLANO N° 6.6</p>





UNIVERSITAT DE LLEIDA ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR			
"MODERNIZACIÓN DE REGADIOS DE UN SECTOR DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE FRAGA, TORRENTE Y VELILLA DE CINCA"			
El Alumno:	OBRAS AUXILIARES		
	Zanjas		
	Dimensiones		
	LLEIDA FEBRERO 2007		
	ESCALA:		
	1:20		
	PLANO N° 6.7		
Fdo: Jorge Casanova Sanahuja			

4

## PLIEGO DE CONDICIONES



## **INDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES**

<b>INDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>226</b>
<b>4.1.- CONDICIONES GENERALES. ....</b>	<b>228</b>
4.1.1.- Objeto del presente pliego.....	228
4.1.2.- Definiciones. ....	228
4.1.3.- Prescripciones complementarias. ....	229
4.1.4.- Permiso, licencias y precauciones.....	230
4.1.5.- Inspección de las obras. ....	231
4.1.6.- Relaciones legales y responsabilidad con el público. ....	231
4.1.7.- Subcontratos o destajos.....	231
4.1.8.- Conservación del paisaje.....	232
<b>4.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. ....</b>	<b>232</b>
4.2.1.- Obras comprendidas en el proyecto. ....	232
4.2.2.- Contraindicaciones y omisiones de la documentación.....	233
4.2.3.- Confrontación de planos y medidas. ....	233
4.2.4.- Principio de los trabajos. ....	233
4.2.5.- Orden y plazo de ejecución de los trabajos. ....	234
4.2.6.- Modificaciones del proyecto. ....	235
<b>4.3.- CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. ....</b>	<b>236</b>
4.3.1.- Replanteo. ....	236
4.3.2.- Maquinaria. ....	236
4.3.3.- Inspección y vigilancia de las obras.....	236
4.3.4.- Ejecución de las obras.....	237
4.3.4.1.- Excavación en zanjas para conducciones.....	237
4.3.4.2.- Relleno y compactación de zanjas.....	238
4.3.4.3.- Colocación de tubos de PVC y PRFV.....	239
4.3.4.4.- Pruebas de la tubería instalada. ....	241



<b>4.4.- NORMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>245</b>
4.4.1.- Condiciones generales.....	245
4.4.2.- Ensayos. ....	245
4.4.3.- Significación de los ensayos y reconocimiento durante la ejecución de las obras. .....	245
4.4.4.- Materiales, elementos de instalaciones y aparatos que reúnan las condiciones necesarias. ....	246
4.4.5.- Pruebas. ....	246
4.4.6.- Recepción de las obras. ....	247
4.4.7.- Liquidación. ....	247
4.4.8.- Rescisión. ....	248
 <b>4.5. MEDICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS MISMAS. ....</b>	<b>248</b>
4.5.1.- Precios a que se abonarán las unidades de obra. ....	248
4.5.2.- Gastos por cuenta del contratista.....	249
4.5.3.- Medición y abono de unidades de obra.....	249
4.5.3.1.- Excavación de zanjas. ....	249
4.5.3.2.- Refino de la zanja.....	250
4.5.3.3.- Retacado de la tubería en zanja. ....	250
4.5.3.4.- Relleno a máquina de la zanja.....	250
4.5.3.5.- Mezclas hidráulicas.....	250
4.5.3.6.- Juntas.....	251
4.5.3.7.- Conductos.....	251
4.5.3.8.- Válvulas de mariposa y de compuerta, ventosas, hidrantes y arquetas de riego. ....	251
4.5.3.9.- Maquinaria. ....	252
4.5.3.10.- Medición y abono de palastro en tuberías especiales.....	252
4.5.3.11.- Obras incompletas.....	252
4.5.3.12.- Partidas alzadas. ....	253
4.5.3.13.- Construcciones auxiliares y provisionales. ....	253
4.5.3.14.- Medios auxiliares. ....	254
 <b>4.6.- HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>254</b>



---

#### **4.1.- CONDICIONES GENERALES.**

##### **4.1.1.- Objeto del presente pliego.**

El presente Pliego de Condiciones Económico-Facultativas, comprende las que son preceptivas para la ejecución de las obras del Proyecto de modernización de regadíos de un sector de la Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca en el término municipal de Fraga (Huesca.).

##### **4.1.2.- Definiciones.**

- **Contratista o contratistas:** Es o son los adjudicatarios de las obras, designados por la propiedad, para la ejecución de las mismas, mediante contrato firmado previo concurso o subasta.
- **Ingeniero director:** Es el facultativo designado por la propiedad para ejercer la dirección técnica de las obras. El contratista estará obligado a dar a la dirección de obra o persona delegada, toda clase de facilidades para el reconocimiento, mediciones, inspección y de todos los trabajos que sean necesarios para comprobar el cumplimiento de las necesidades establecidas en el presente Pliego.
- **Recepción provisional:** Es la aceptación, para su uso, del conjunto de las obras contratadas, reflejando en acta firmada por un representante de la propiedad, por el Ingeniero Director y por el Contratista.
- **Plazo de garantía:** Es el tiempo a transcurrir entre la recepción provisional y la definitiva, sería de un año, si en el contrato de adjudicación de la obra o en el Acta de Recepción Provisional no dispone otro plazo la propiedad.



- Recepción definitiva: Es la aceptación definitiva de las obras recibidas provisionalmente. Se realizará mediante acta firmada por un representante de la propiedad, por el Ingeniero Director y por el Contratista.

#### **4.1.3.- Prescripciones complementarias.**

En todo aquello en que no se encuentren modificadas por el contenido del presente Pliego, en cuyo caso prevalecerá éste, son de aplicación a las obras de este Proyecto las siguientes disposiciones oficiales:

- 1.- Pliego de Prescripciones Técnico Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales.
- 2.- Ley de Contratos del Estado y Reglamento para su aplicación.
- 3.- Pliego General de Condiciones para la recepción de Conglomerantes Hidráulicos.
- 4.- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tubería de Abastecimiento de Agua, del M.O.P.U.
- 5.- Normas "UNE" del Instituto de Racionalización en ausencia las normas "DIN" alemanas. En los casos que se citan, las A.S.T.M.

El contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y cuantas disposiciones legales de carácter laboral, social seguros y de protección a la Industria Nacional rijan en la fecha en que se ejecutan las obras.

Viene obligado también al cumplimiento de cuanto la Dirección de las obras le dicte, encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y buena marcha de las obras, bien entendido que en ningún caso será eximido de la responsabilidad.

En caso de discrepancias entre normas, disposiciones, etc., y este Pliego, la decisión del Ingeniero Director será inapelable.



#### **4.1.4.- Permiso, licencias y precauciones.**

El contratista deberá obtener por gestión suya, los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras con la excepción de las correspondientes a la expropiación de las zonas afectadas por las mismas y las de modificación de líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas y servidumbres establecidas y aquellas otras que a la Administración Pública le interese conservar en el futuro a juicio del Ingeniero Director y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos, asimismo abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal o definitiva de terrenos para instalación, explotación de canteras y vertederos de productos sobrantes, obtención de materiales, etc., estén incluidos específicamente estos gastos en la descomposición de precios o no le estén. El contratista solo tendrá derecho, en todo caso, a la puesta en práctica de los derechos que referentes a estas cuestiones da la Administración Pública la Ley de Expropiación Forzosa.

El contratista tomará cuantas medidas de precaución sean precisas durante la ejecución de las obras, para proteger al público y facilitar el tráfico.

Mientras dure la ejecución de las obras, se establecerán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico ajeno a aquella las señales de balizamiento preceptivas de acuerdo con la O.M. de 14 de Marzo de 1.960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la Orden Circular 67/60 de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, la permanencia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fueran necesarios. Tanto en señales como los jornales de estos últimos, serán de cuenta del contratista.

En cualquier caso, la responsabilidad de los accidentes de tráfico, motivados por la ejecución de las obras será íntegra del contratista.



#### **4.1.5.- Inspección de las obras.**

El personal de la Administración, así como el Ingeniero Director de las obras o a sus delegados, tendrá acceso libre y en cualquier momento a cualquier parte de las obras y a las instalaciones de suministro o auxiliares motivadas por aquella.

El Ingeniero Director resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a la calidad de los materiales empleados, ejecución de las distintas unidades de obra contratada, interpretación de planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encomendados.

#### **4.1.6.- Relaciones legales y responsabilidad con el público.**

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar o cualquier persona, propiedad o servicio, públicos o privados, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras. Los servicios públicos serán reparados de forma inmediata, a costa del Contratista.

Asimismo, el Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de las mismas y colocarlos bajo su custodia.

#### **4.1.7.- Subcontratos o destajos.**

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Ingeniero Director de las mismas.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato, deberán formularse por escrito, con suficiente antelación, aportando los datos necesarios sobre este subcontrato





así como sobre la organización que ha de realizarlo. La aceptación del subcontrato no releva al Contratista de su responsabilidad contractual.

La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un destajista por ser éste incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas para la rescisión.

#### **4.1.8.- Conservación del paisaje.**

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesita realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará de los árboles, hitos, vallas, prestiles y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, en evitación de posibles destrozos, que de producirse serán restaurados a su cuenta.

#### **4.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.**

##### **4.2.1.- Obras comprendidas en el proyecto.**

El presente Proyecto contiene las Obras de Instalación de Riego de un sector de la Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca en el término municipal de Fraga (Huesca), y que sucintamente corresponden a los Capítulos siguientes:

- a.- Equipos de estación de bombeo.
- b.- Tubería de impulsión estación de bombeo-balsa de almacenamiento.
- c.- Equipos de filtrado.
- d.- Red de tuberías de distribución de agua.
- e.- Hidrantes.



---

#### **4.2.2.- Contraindicaciones y omisiones de la documentación.**

Las omisiones que los documentos del presente Proyecto o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu del Proyecto, o que por uso o costumbre deban ser realizadas, no exime al Contratista de la obligatoriedad de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en la documentación del Proyecto.

#### **4.2.3.- Confrontación de planos y medidas.**

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la Dirección de la Obra sobre cualquier contradicción. Las cotas de los planos deberán, en general, ser preferidos a los de menor escala. El Contratista deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

#### **4.2.4.- Principio de los trabajos.**

El acta de confrontación del replanteo deberá firmarse antes de los treinta (30) días naturales siguientes a la fecha de otorgamiento del contrato.

La ejecución de las obras deberá comenzar en un plazo de treinta (30) días naturales contados a partir de la fecha del acta de replanteo.



#### **4.2.5.- Orden y plazo de ejecución de los trabajos.**

El orden de ejecución de los trabajos y su distribución en parte y en el tiempo será el que oportunamente determine la Dirección de las Obras, a la vista de las necesidades y recursos disponibles.

El plazo de ejecución de la totalidad de la obra será el que se fije en las condiciones del Concurso o Subasta, que se celebre para la contratación de las obras, o el que se fije en la escritura del contrato de aquellas.

El contratista presentará para cada una de las obras un plan completo, detallado y razonado, para el desarrollo de las mismas a partir de su replanteo. Este plan, que incluirá necesidades de materiales ha de estar de acuerdo con los plazos fijados en cada proyecto; una vez aprobado por la Administración quedará vigente para el desarrollo de cada obra o grupos de obra, debiendo solicitarse expresamente toda modificación al plan previsto y aprobado. En este plan indicará los medios auxiliares que ofrece emplear en el desarrollo de las obras. Estos medios quedarán afectos a ellas y en ningún caso podrá el Contratista retirarlos sin autorización escrita de la Dirección de las mismas.

El plan de ejecución debe presentarse antes de transcurridos un (1) mes después de su replanteo, y los medios auxiliares relacionados con él han de ser como mínimo los ofrecidos en la propuesta inicial, salvo que la Dirección de la obra estime otra cosa a la vista del plan propuesto.

La aceptación del plan y relación de medios auxiliares propuestos por el Contratista no implica exención alguna de responsabilidad para el mismo, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

El Contratista aumentará los medios e instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que la Dirección de la Obra compruebe que es necesario para el desarrollo de las obras en el plazo ofrecido por el Contratista. Estos aumentos no podrán ser retirados sin autorización escrita de la Dirección de la Obra.



Se levantará un acta en la que consten los medios auxiliares y técnicos que queden adscritos a la obra.

#### **4.2.6.- Modificaciones del proyecto.**

El Director de Obra podrá introducir en el Proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las obras aunque no se hayan previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obras marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de instalación por otra, siempre que ésta sea de las comprendidas en el Contrato.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el contratista siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más de lo que dispone el Reglamento de Contratos del Estado.

En todo caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ningún género, por supuestos perjuicios que le pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.



---

### **4.3.- CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

#### **4.3.1.- Replanteo.**

a) Por la Dirección de la obra se efectuará el replanteo general de las obras o de la comprobación del mismo en su caso y los replanteos parciales de las distintas partes de las obras que sean necesarias durante el curso de ejecución, debiendo presenciar estas operaciones el Contratista, el cual se hará cargo de las marcas, señales, estacas y referencias que se dejen en el terreno. Del resultado de estas operaciones se levantarán actas que firmarán la Dirección de las obras y el Contratista.

b) Todos los gastos que se originen al practicar los replanteos a que se refiere este artículo será de cuenta del Contratista, el cual tendrá asimismo la obligación de custodiar y reponer correctamente las estacas, marcas y señales que desaparezcan.

#### **4.3.2.- Maquinaria.**

El Contratista someterá al Ingeniero Director una relación de la maquinaria que se propone usar en las distintas partes de la obra, indicando los rendimientos medios de cada una de las máquinas. Una vez aceptada por el Ingeniero Director, quedará adscrita a la obra y será necesario su permiso expreso para que se puedan retirar de la obra.

El Ingeniero Director podrá exigir del Contratista la sustitución o incremento de la maquinaria que juzgue necesaria para el cumplimiento del plan de construcción.

#### **4.3.3.- Inspección y vigilancia de las obras.**

Las obras serán replanteadas, inspeccionadas y vigiladas, durante la ejecución, por el personal facultativo que designe la Comunidad de Regantes propietaria de la obra.



Todas las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción, con sujeción a las normas del presente Proyecto, así como a la legislación normativa que en cada caso se especifique.

Para la resolución de aquellos casos no comprendidos en las prescripciones citadas en el párrafo anterior, se está a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción y a lo que disponga el Director Facultativo, encargado de la Obra.

#### **4.3.4.- Ejecución de las obras.**

##### **4.3.4.1.- Excavación en zanjas para conducciones.**

Las zanjas tendrán el ancho en la base, profundidad y taludes que figuran en el proyecto o señale la Dirección de Obra.

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente para que el tubo apoye en toda su longitud, completándose el rasanteo mediante una capa de arena de al menos diez (10) centímetros de espesor cuando se trate de tuberías de PVC y de poliéster reforzado con fibra de vidrio. La Dirección de Obra indicará en cada caso, a la vista de la calidad del terreno, la profundidad hasta la cual hay que cavar.

Los alojamientos para los enchufes o uniones de los tubos, se excavarán después de que el fondo de la zanja haya sido nivelado, y estas excavaciones posteriores tendrán estrictamente la longitud, profundidad y anchura necesaria para la realización adecuada del tipo particular de junta de que se trate.

Además de todas las prescripciones señaladas anteriormente se cumplirán las siguientes:

- a) Se planteará el ancho mínimo imprescindible para la ejecución de las zanjas.
- b) La Dirección de la Obra determinará las entibaciones que habrán de establecerse en las zanjas.



- c) Los productos de las excavaciones se depositarán a un solo lado de las zanjas, dejando una banqueta de sesenta (60) cm como mínimo. Estos depósitos no formarán cordón continuo sino dejarán paso para el tránsito en general y para la entrada a las viviendas afectadas por las obras. Todos ellos se establecerán por medio de pasarelas rígidas sobre las zanjas.
- d) Se tomarán las precauciones precisas para evitar que las lluvias inunden las zanjas abiertas.
- e) Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos que sean necesarios a juicio de la Dirección de la Obra.
- f) Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas establecerá el Contratista señales de peligro, especialmente por la noche.
- g) No se levantarán las entibaciones y apeos establecidos sin que lo ordene la Dirección de la Obra.

#### **4.3.4.2.- Relleno y compactación de zanjas.**

- a) No serán rellenadas las zanjas hasta que se hayan realizado todas las pruebas necesarias y lo autorice la Dirección de la Obra.
- b) Para el relleno propiamente dicho se utilizará material de zahorra que cumplirá con lo especificado en el artículo 3.4.3 del presente Pliego.
- c) Estos materiales, se depositarán en capas de quince centímetros de espesor, los cuales se apisonarán mediante pisonos de mano mecánicos, hasta que la tubería esté cubierta con un espesor de treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior, en esta parte el apisonado se hará empezando por los laterales de las tuberías y continuando luego por encima de ellas.

El resto del relleno será depositado y apisonado con los mismos materiales, pudiendo utilizarse elementos de compactación más intensos.

La compactación deberá alcanzar al menos el noventa y cinco por ciento (95%) del Ensayo Proctor normal.



#### 4.3.4.3- Colocación de tubos de PVC y PRFV.

##### a) Transporte y manipulación de los tubos:

En la carga, transporte y descarga de los tubos se evitarán los choques, se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal forma que no sufran golpes de importancia.

Una vez acoplados los tubos en el borde de las zanjás y dispuestos ya para el montaje, deben ser examinados por un representante de la Dirección de Obra, debiendo rechazarse aquellos que presenten algún deterioro.

La Dirección de Obra no pagará ningún tubo que se rechace por haberse deteriorado en el transporte, cualquiera que sea la causa.

##### b) Montaje de los tubos:

- Los tubos se bajarán al fondo de la zanja con precaución empleando los medios adecuados según su peso y longitud.
- Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse que el interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes; en el caso de zanjás con inclinaciones superiores al diez por ciento, la tubería se colocará en sentido adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.
- Por encima de la generatriz superior de la tubería habrá siempre por lo menos 0,8 metros hasta la rasante del terreno.
- Cuando se interrumpa la colocación de la tubería, se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo no obstante esta





precaución a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haber introducido algún cuerpo extraño en la misma.

- Las tuberías y zanjás, se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación en caso necesario.
- Generalmente no se colocarán más de cien metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlo en lo posible de los golpes.
- Antes de proceder a la colocación de los tubos, se echarán diez centímetros de espesor de arena en solera y después se colocarán los tubos con las precauciones indicadas, procediéndose al relleno con arena de toda la zanja hasta diez centímetros por encima de la generatriz superior, retacándose ambos laterales de la conducción.
- A continuación se efectuará el relleno de las zanjás por tongadas sucesivas; la primera alrededor de 30 cm. se hará manualmente evitando colocar piedra o gravas con diámetros superiores a los 20 cm.
- Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjás, o consolidar rellenos de forma que no produzcan movimientos en la tubería.
- Donde los asientos tengan poca importancia a juicio del Director de la Obra, el Contratista podrá rellenar (a partir de los 30 cm. sobre la arista superior de la tubería) sin precauciones especiales, pero recargando el terraplén sobre la zanja, lo suficiente para compensar los asientos que se produzcan.
- Los extremos de los tubos no quedarán a tope, sino con un pequeño hueco de 1'5 cm. Todas las piezas deberán quedar perfectamente centradas en relación con el final de los tubos.

c) Sujeción y apoyo contra las reacciones en codos, derivaciones y otras piezas:

- Una vez sentados los tubos y las piezas especiales se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación, etc.
- Según la importancia de los empujes, estos apoyos o sujeciones serán de hormigón o metálicos, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos que comporten.



- Los apoyos, salvo prescripción taxativa contraria, deberán ser colocados en forma que las puntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.
- Las barras de acero o abrazaderas metálicas, deberán ser galvanizadas o tratadas de otro modo contra la oxidación incluso pintadas adecuadamente o embebidas en hormigón.
- Se prohíbe el empleo de cuñas de piedra o madera, que puedan desplazarse.

d) Lavado de tubería:

Antes de ser puestas en servicio las canalizaciones, deberán ser sometidas a un lavado y a un tratamiento eficaz de depuración bacteriológica. A estos efectos la red tendrá las llaves y desagües necesarios no sólo para la explotación sino para facilitar estas operaciones.

#### **4.3.4.4.- Pruebas de la tubería instalada.**

a) Prueba de presión interior:

- A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a hacer pruebas parciales a presión interna, por tramos de longitud fijada por la Dirección de la Obra. Como norma se recomienda que estos trozos tengan longitud aproximada de 500 m., pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más bajo y el de rasante más alto no excederá del 10% de la presión de prueba.
- Antes de comenzar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización; la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos descubiertas las juntas.
- Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando



después y sucesivamente de abajo a arriba, una vez que se haya comprobado que no existe aire por la conducción.

- En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo a probar se encuentra comunicado en la forma debida.
- La bomba para la presión hidráulica, podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de toda la tubería a ensayar y estará provisto de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.
- Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar desplazamiento de las mismas o fugas de agua y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería.
- Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo, caso de existir, se encuentran bien abiertas.
- La presión interior de prueba en zanjás de la conducción será tal que se alcance 1'4 veces la presión máxima de trabajo en ese tramo.
- La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento de la misma no supere una atmósfera por minuto.
- La prueba durará treinta minutos (30) y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a  $p/5$  siendo  $p$  la presión de prueba en zanja, en atmósferas.
- Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algunos tubos y piezas, de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la fijada.



#### b) Prueba de estanqueidad:

Después de haberse realizado satisfactoriamente la prueba de presión, deberá realizarse la estanqueidad.

El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para realizar esta prueba, así como el personal necesario. La Administración podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente o comprobar los aportados por el Contratista.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en la tubería a la cual pertenece el tramo de prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse con un bombín tarado, dentro de la tubería de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad, después de haber llenado la tubería de agua y de haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas y la pérdida de este tiempo será inferior a:

$$V = K \cdot L \cdot D$$

Siendo:

V	l	pérdida total de la prueba de litro.
L	m	longitud del tramo de prueba.
D	m	diámetro interior.
K		coeficiente igual a 0'350.

De todas formas si las pérdidas fijadas son sobrepasadas, el Contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo viene obligado a reparar aquellas juntas que acusen pérdidas apreciables, aún cuando el total sea inferior a la admisible.



- Los hormigones que se utilicen en la obra cumplirán las prescripciones impuestas en el artículo 30 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-98).
- Los hormigones que se utilicen en masa en la ejecución de bloques de empuje, alcanzarán una resistencia característica mínima de 200 Kg./cm<sup>2</sup>. En obra, a los 28 días (HM-20).
- El hormigón tendrá consistencia plástica.
- El control de la ejecución de las obras de hormigón será de nivel normal, mediante probetas en obra.
- Antes de comenzar dichas obras, la Empresa Constructora deberá someter un Plan de Trabajos al Ingeniero Director de las obras y éste definir las operaciones y frecuencias de los controles a realizar, todo ello de acuerdo con la EHE-98.

Los caminos, pistas, sendas, pasarelas, escaleras, etc. para acceso a las obras y a los distintos tajos serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo, pudiendo exigir el Ingeniero Director de las Obras mejorar los accesos a los tajos o crear otros nuevos si fuese preciso para poder realizar debidamente su misión de inspección durante la ejecución de las obras. Todo cambio o reposición de cualquier vía de acceso debido a la iniciación de nuevos tajos o modificaciones de proyecto, será por cuenta del Contratista sin que por ello tenga derecho a indemnización alguna ni a que sean modificados los planos de ejecución de las obras. Estas sendas, pasos, escaleras y barandillas, cumplirán lo especificado en este Pliego, al tratar de la Precauciones para la Seguridad Personal.

La conservación y reparación ordinaria de los caminos y demás vías de acceso a las obras o a sus distintos tajos, serán por cuenta del Contratista.



---

#### **4.4.- NORMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.**

##### **4.4.1.- Condiciones generales.**

Al término de las obras, el Ingeniero Director procederá a la recepción de las mismas, previo reconocimiento de las obras realizadas, redactándose un acta que refleje el resultado de las operaciones.

##### **4.4.2.- Ensayos.**

Todos los ensayos necesarios para el control de las obras, se realizará en el Laboratorio que designe la Dirección de las obras.

Si ésta lo considera necesario, el Contratista queda obligado a montar en obra un laboratorio elemental.

Los gastos originados por los ensayos serán de cuenta del Contratista, con la limitación impuesta en el contrato, si la hay, y si se realizan en un laboratorio oficial, estará obligado a abonar los ensayos a las tarifas vigentes.

##### **4.4.3.- Significación de los ensayos y reconocimiento durante la ejecución de las obras.**

Los ensayos y reconocimientos más o menos minuciosos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de piezas en cualquier forma que se realice, antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultan inaceptables, parcial o totalmente, en el acto del reconocimiento final y prueba de recepción.



---

#### **4.4.4.- Materiales, elementos de instalaciones y aparatos que reúnan las condiciones necesarias.**

a) Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en el Pliego (hojas de especificaciones), o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, la Dirección de la obra dará orden al Contratista para que satisfaga las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

b) Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de la Dirección de Obra para que retire de las obras los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, procederá la Administración a verificar esa operación cuyos gastos deberán ser abonados por el Contratista.

c) Si los materiales, elementos de instalaciones y aparatos fuesen defectuosos, pero aceptables a juicio de la Dirección de la obra, se recibirán pero con la rebaja de precio que la misma determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **4.4.5.- Pruebas.**

Antes de verificar la recepción, se someterán todas las obras a prueba de resistencia e impermeabilidad y cuando la Dirección de la obra estime oportuna con arreglo a las instrucciones en vigor.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista y se entiende que no están verificadas totalmente hasta que den resultados satisfactorios.

Las averías o daños que se puedan producir en estas pruebas serán corregidos por el Contratista a su cargo.



Si las pruebas dieran resultados negativos el Contratista deberá rehacer los elementos o partes inadecuadas en el plazo que fije el Ingeniero Director, debiendo realizarse nuevas pruebas a su costa y la reposición de los elementos necesarios hasta la obtención de resultados positivos en las pruebas.

#### **4.4.6.- Recepción de las obras.**

Una vez terminadas las obras y efectuadas las pruebas citadas en el artículo anterior, se dará por concluido el reconocimiento de las mismas.

Si el resultado de dicho reconocimiento fuese satisfactorio, se recibirán las obras en la forma que establezca el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares para la Contratación de las Obras.

En el caso de que el resultado no fuese satisfactorio y, por tanto, no procediese el recibo de las obras, se concederá un plazo al Contratista para la corrección de las deficiencias observadas, transcurrido el cual se procederá a un nuevo reconocimiento y las nuevas pruebas y ensayos que se estimen necesarios por la Dirección de la Obra, antes de proceder al recibo de las mismas.

#### **4.4.7.- Liquidación.**

Una vez efectuada la recepción se procederá a la medición general de las obras, que ha de servir de base para la valoración de las mismas.

La liquidación de las obras se llevará a cabo después de realizada la recepción, salvando las diferencias existentes por los abonos a buena cuenta.

Después de realizada la recepción y aprobada la liquidación se procederá a la devolución de las fianzas, previo el cumplimiento para ello de las disposiciones vigentes en la contratación de Obras de Estado.





#### **4.4.8.- Rescisión.**

Si la causa del incumplimiento del algún plazo total o parcial establecido para la ejecución de las obras, procediese la rescisión de la obra contratada por efecto de aplicación del Reglamento de Contratos de Estado, se dará al Contratista un plazo que fijará la Administración para terminar las unidades de obra comenzada sin empezar otras nuevas, abonándose las obras ejecutadas con arreglo a condiciones según los Cuadros de Precios del Proyecto.

### **4.5. MEDICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS MISMAS.**

#### **4.5.1.- Precios a que se abonarán las unidades de obra.**

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 del presente Proyecto, con el aumento del tanto por ciento de alta o baja que resultará y en el tanto por ciento de los honorarios correspondientes a la Dirección de Obra.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones Facultativas y comprenden el suministro, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

Se incluyen en los mismos además, los costes indirectos, los gastos generales, impuestos de tráfico de empresas, de contratación, inspección, replanteo, liquidación, vigilancia no técnica, y reconocimiento de materiales, análisis, pruebas y ensayos.



---

#### **4.5.2.- Gastos por cuenta del contratista.**

En el apartado anterior se define la totalidad de los gastos que corren por cuenta del Contratista, especificándose en el presente artículo la limitación de los mismos.

Los gastos de replanteo y liquidación de las obras serán de cuenta del contratista, pero no podrán exceder del 1% (uno por ciento) y del 1'5% (uno y medio por ciento) respectivamente del presupuesto total de las obras.

Todos los gastos que se originen con motivo de los ensayos y análisis de materiales, así como las pruebas de calidad de las unidades de obra, en fábrica o "in situ", realizados con la frecuencia prescrita en este Pliego de Condiciones, o fijado por el Ingeniero Director de las Obras en su caso, serán por cuenta del Contratista, no pudiendo en ningún caso sobrepasar el 1% (uno por ciento) del total de presupuesto de las obras.

#### **4.5.3.- Medición y abono de unidades de obra.**

##### **4.5.3.1.- Excavación de zanjas.**

a) La excavación en zanjas se medirá en metros cúbicos realmente excavados, según las secciones tipo del proyecto o las modificaciones que determine el Ingeniero Director.

b) El abono se hará al precio unitario único estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico, calculando el volumen como se indica en el apartado a). Incluye los posibles agotamientos, entibaciones etc. salvo que haya zona en donde no pueda realizarse con maquina retroexcavadora y sea necesario el empleo de martillo, en cuyo caso estos metros cúbicos excavados se pagaran a un precio cinco veces superior al normal de excavación en zanja.

#### **4.5.3.2- Refino de la zanja.**

- a) Se medirá por los metros de zanja en los cuales se ha refinado su lecho con medios manuales sin tener en cuenta la anchura de la misma.
- b) Se abonará al precio unitario que figura en el cuadro de precios multiplicado por el número de metros realmente refinados de zanja.

#### **4.5.3.3.- Retacado de la tubería en zanja.**

- a) Se medirán los metros de tubería que se retacan mediante mazos de madera y con tierras procedentes de la excavación hasta una altura de 30 cms. sobre la generatriz superior de la tubería.
- b) Se abonará esta unidad al precio unitario que figura en el cuadro de precios del Proyecto y se multiplicará por el número de metros de zanja que se hayan retacado.

#### **4.5.3.4.- Relleno a máquina de la zanja.**

- a) Se medirá en metros cúbicos de tierra excavados en zanja que ahora se rellena. Se realizará con Tractor-pala y llevará incluido tanto el relleno de la zanja como el extendido de la tierra sobrante incluso el transporte de las piedras de gran tamaño a vertedero próximo siempre que dichas piedras procedan de la excavación en zanja.
- b) Se pagará al precio que figura dicha unidad en el cuadro de precios del proyecto y multiplicado por los metros cúbicos resultantes de medir la excavación en zanja tapada.

#### **4.5.3.5.- Mezclas hidráulicas.**

- a) El hormigón se medirá en metros cúbicos de hormigón ejecutado.



b) El abono se hará al precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato, por el número de metros cúbicos de hormigón ejecutado. En dichos precios unitarios están incluidos la fabricación, transporte, colocación y vibrado. No se medirán ni abonarán las operaciones de curado ni las adiciones que se suponen incluidas en el precio del contrato.

#### **4.5.3.6.- Juntas.**

Todos los tipos de juntas, incluso las de PVC. y PRFV, van incluidas en las unidades de obra correspondientes y, por tanto, no se medirán ni abonarán expresamente.

#### **4.5.3.7.- Conductos.**

a) La longitud de cada clase de conducto aceptablemente instalado se medirá en metros lineales "in situ", paralela al eje longitudinal del conducto realmente instalado.

b) El abono se hará al precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro lineal de conducto aceptablemente instalado y calculada la longitud según se describe en el apartado a) para clase de conducto, incluyendo juntas, elementos singulares tales como curvas, codos y tes y lecho o cama.

#### **4.5.3.8.- Válvulas de mariposa y de compuerta, ventosas, hidrantes y arquetas de riego.**

a) Se medirán por unidad de cada tipo aceptablemente instalados y de los tipos y elementos descritos en la Memoria y Mediciones.

b) Cada unidad de obra se pagará al precio reflejado en el cuadro de precios del Proyecto para esa unidad y se multiplicará dicho precio por el número de unidades realmente instaladas.



---

#### **4.5.3.9.- Maquinaria.**

En el Capítulo III de este Pliego se definen las características esenciales de la maquinaria, cuyos precios se incluyen en el Cuadro de Precios N° 1, compuertas, válvulas, motores, mecanismos diversos de accionamiento y mando, cuadros de control, etc.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios todos los gastos derivados de la observancia de las prescripciones contenidas en éste Pliego, respecto del proyecto de montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado, pruebas y demás operaciones de deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación de "de recibo".

#### **4.5.3.10.- Medición y abono de palastro en tuberías especiales.**

Se medirán y abonarán por su peso en kilogramos terminados y colocados con arreglo a las condiciones prescritas en este Pliego y al precio indicado en el Cuadro de Precios N°1.

También se medirán y abonarán por kilogramos colocados en obra las transiciones, piezas especiales, marcos, bridas, refuerzos y amarres de toda índole para su fijación a pieza metálica o de hormigón, necesarios para complementar la instalación de las tuberías.

#### **4.5.3.11.- Obras incompletas.**

Cuando por rescisión u otras causas, fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicará los precios del Cuadro de Precios N° 1, sin que pueda pretenderse la



valoración de cada unidad de obra, fraccionada en forma distinta a la valorada en dicho Cuadro.

La justificación de precios no es documento contractual y sólo tiene valor informativo de la forma de obtener unos precios.

El Contratista al hacer su oferta estudiará sus precios y nunca podrá modificarlos en función a este documento de Memoria.

En ninguno de estos casos tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en insuficiencia de los precios de dicho cuadro, o en omisión del coste cualquiera de los elementos que constituyan los referidos precios.

#### **4.5.3.12.- Partidas alzadas.**

Las obras que figuran en el Presupuesto de éste Proyecto, por cantidad alzada y que habrán de ser ejecutadas con sujeción a las órdenes del Ingeniero Director de las Obras, y a las prescripciones de este Pliego, serán medidas y valoradas como las restantes, por sus unidades de obra a los precios que por unidad figuran el Cuadro de Precios Nº 1 de este Proyecto, y si se tratara de unidades de obra no incluidas en dicho Cuadro, se abonarán al precio que se fije contradictoriamente, previamente aprobados por la Superioridad.

#### **4.5.3.13.- Construcciones auxiliares y provisionales.**

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta y a retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacén, cobertizos, caminos para acceso, silos, etc.

Todas estas obras estarán sometidas a la aprobación del Ingeniero Director de las Obras, en lo que se refiere a su ubicación, cotas, etc., y en su caso, en cuanto al aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija.



Sin previo aviso y en un plazo de treinta días, a partir de éste, si la Contrata no hubiese procedido a la retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc., después de la terminación de la obra, la Dirección puede mandarlo retirar por cuenta del Contratista.

No se abonará ninguna partida alzada en concepto de medios auxiliares, pues todos los gastos de ésta índole, quedan incluidos en los correspondientes precios unitarios.

#### **4.5.3.14.- Medios auxiliares.**

En caso de rescisión por incumplimiento del Contrato, por parte del Contratista, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados libres y gratuitamente por la Propiedad para la terminación de las obras.

Si la rescisión sobreviniese por otra causa, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados por la Propiedad, hasta la terminación de las obras, gratuitamente, si la cantidad de obra ejecutada no alcanzase a los cuatro quintos de la totalidad.

En cualquier caso todos estos medios auxiliares quedarán de propiedad del Contratista, una vez terminadas las obras, pero ningún derecho tendrá a reclamación alguna por los desperfectos a que su uso haya dado lugar.

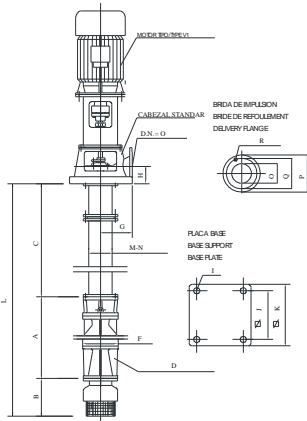
#### **4.6.- HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO.**

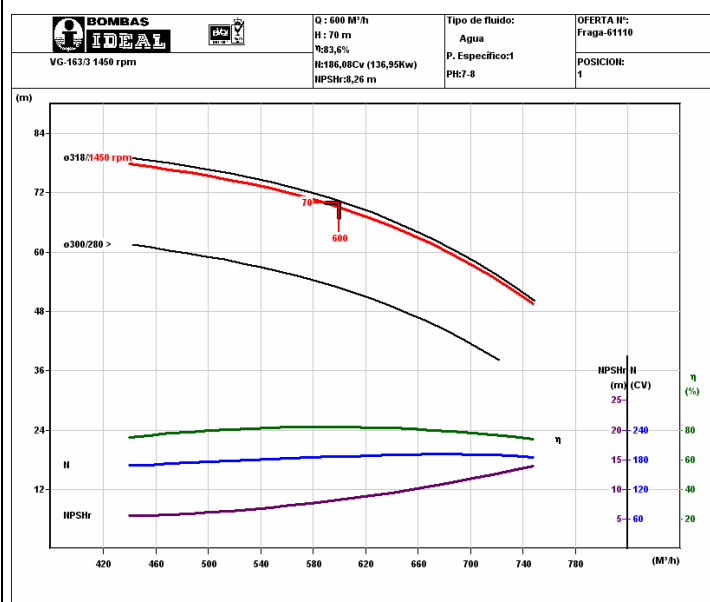


Jorge Casanova Sanahuja



Tabla 1: Hoja de especificaciones de las bombas verticales.

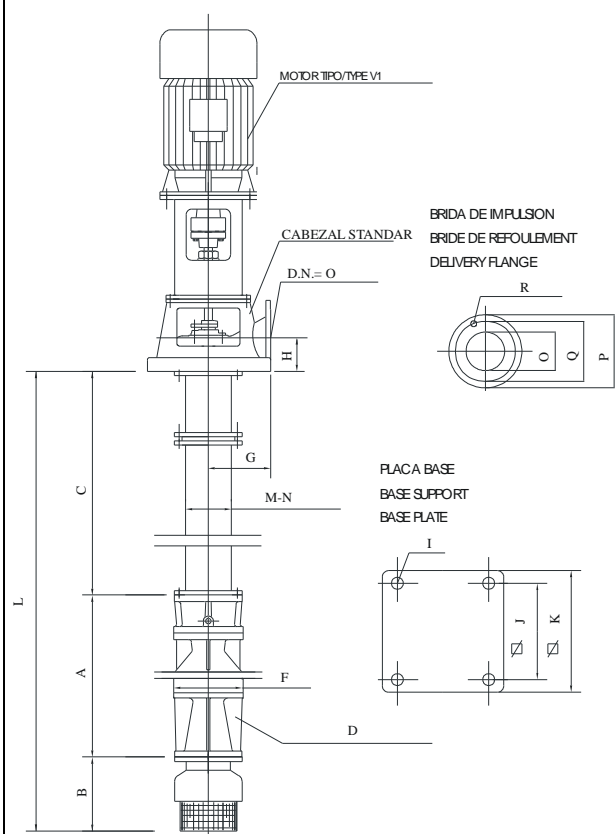
<b>Proyecto:</b>		<b>Nombre:</b> Bomba vertical	<b>Fecha:</b> 28-2-2007
Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Código:</b> 111	
<b>Función:</b> Impulsar el agua desde el deposito de captación hasta el embalse.			
<b>Marca comercial:</b>		<b>Bombas Ideal</b>	<b>Modelo:</b> VG-163/3
<b>Datos técnicos:</b>		<b>Esquema/Imatge:</b>	
<div>Nº de fases3Velocidad de rotación1450Rendimiento hidráulico83,6%Potencia absorbida (pto. trabajo)186,08 CVPotencia absorbida (máx. curva)192,49 CVN.P.S.H.r.8,26 mTipo de columna255/45Tipo cierre hidráulicoVálvula PieSoporte Motor8Tipo Cabezal de Descarga10201Caudal600 M³/hAltura manométrica70 mContenido arenas25 gr/m³Potencia recomendada220 CVTipo de accionamientoEléctricoLongitud tramo columna2018 m.m.Longitud total columna5000 m.m.Diámetro bomba16 "</div>		<div></div>	

**Diagrama característico:**





Jorge Casanova Sanahuja

**Materiales de construcción: Hierro fundido y acero inoxidable.****Dimensiones (mm):****Hidráulica y Columna**

A	1557
B	600
C	2843
L	6000
F	400
D	VG-163/3
M-N	255/45

**Cabezal Descarga**

Tipo	1020
DN=O	Ø 250 PN 10/16
H	220
G	305

**Brida Descarga**


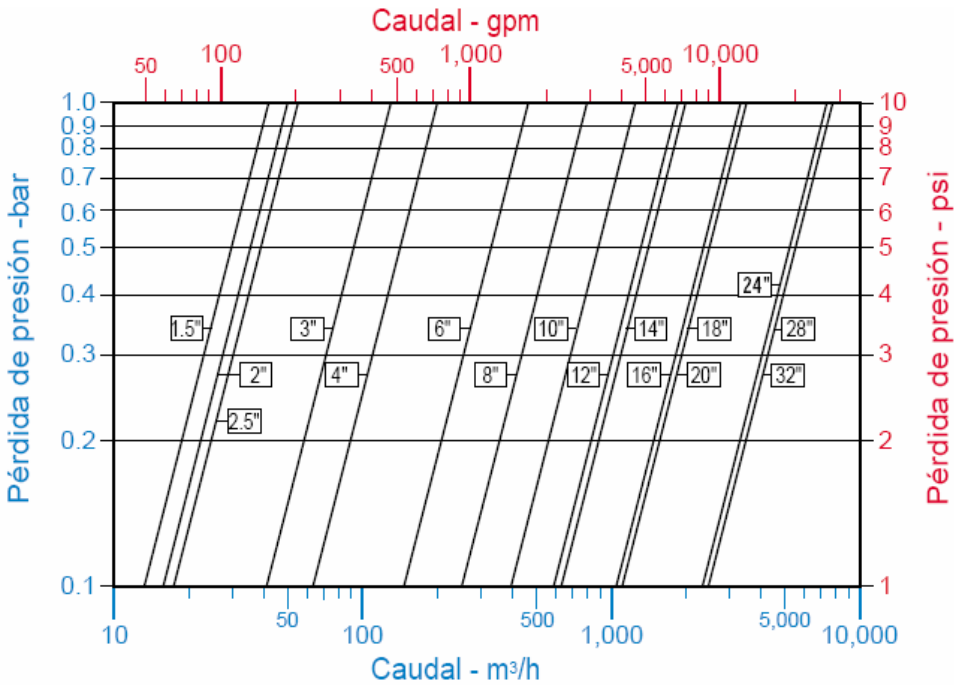
R	8 x 27
O	250
Q	355
P	405

**Placa Base**

J	540
K	600
I	23



Tabla 2: Hoja de especificaciones de las válvulas de control de bomba.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula de control de bomba <b>Código:</b> P26VH213	<b>Fecha:</b> 28-2-2007
<b>Función:</b> Proteger a bombas y tuberías de cambios en la velocidad del fluido producidos por la parada/arranque de la bomba.			
<b>Marca comercial:</b> <b>BERMAD</b>		<b>Modelo:</b> WW-10"-740-09-Y-S-16	
<b>Datos técnicos:</b> <b>Normas de conexión</b> Brida: ISO 7005-2 (ANSI B-16.42), <b>Temperatura del agua</b> Hasta 80°C (180°F) <b>Presión de trabajo</b> ISO PN 16: 16 bar		<b>Esquema/Imagen:</b>  Modelo 740	
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo en hierro dúctil.			
<b>Diagrama de flujo:</b> 			

**Dimensiones:****Brida**

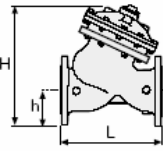
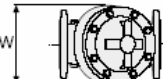

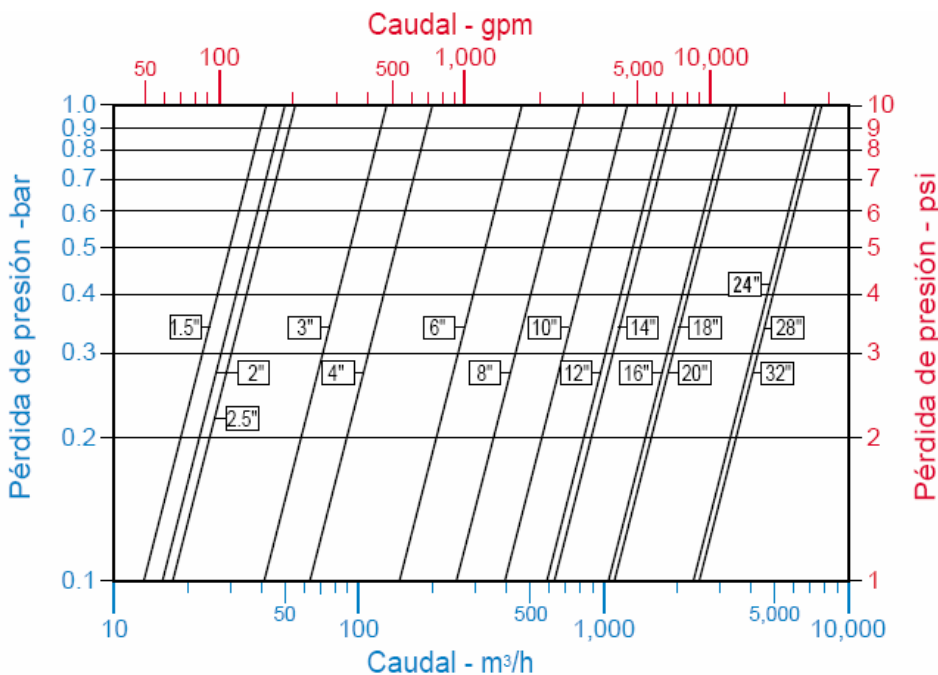
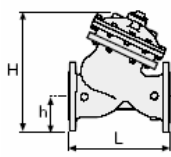
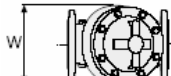
En Y		mm	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	ISO PN 10; 16	L	205	210	222	250	320	415	500	605	725	733	990	1000	1100
		W	155	165	178	200	223	320	390	480	550	550	740	740	740
		h	78	83	95	100	115	143	172	204	242	268	300	319	358
		H	239	244	257	305	366	492	584	724	840	866	1108	1127	1167
		Peso (kg)	9.1	10.6	13	22	37	75	125	217	370	381	846	945	962
	ISO PN 20; 25	L	205	210	222	264	335	433	524	637	762	767	1024	1030	1136
		W	155	165	185	207	250	320	390	480	550	570	740	740	750
		h	78	83	95	105	127	159	191	223	261	295	325	357	389
		H	239	244	257	314	378	508	602	742	859	893	1133	1165	1197
		Peso (kg)	10	12.2	15	25	43	85	146	245	410	434	900	967	986



Tabla 3: Hoja de especificaciones de la válvula anticipadora de onda.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula anticipadora de onda	<b>Fecha:</b> 28-2-2007
		<b>Código:</b> P26VH214	
<b>Función:</b> Eliminar el golpe de ariete en la conducción de impulsión.			
<b>Marca comercial:</b> <b>BERMAD</b>		<b>Modelo:</b> WW-10"-735-09-Y-S-16	
<b>Datos técnicos:</b> <b>Normas de conexión</b> Brida: ISO 7005-2 (ANSI B-16.42), <b>Temperatura del agua</b> Hasta 80°C (180°F) <b>Presión de trabajo</b> ISO PN 16: 16 bar		<b>Esquema/Imagen:</b> 	
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo en hierro dúctil.			
<b>Diagrama de flujo:</b> 			

**Dimensiones:****Brida**

En Y		mm	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	ISO PN 10; 16	L	205	210	222	250	320	415	500	605	725	733	990	1000	1100
		W	155	165	178	200	223	320	390	480	550	550	740	740	740
		h	78	83	95	100	115	143	172	204	242	268	300	319	358
		H	239	244	257	305	366	492	584	724	840	866	1108	1127	1167
		Peso (kg)	9.1	10.6	13	22	37	75	125	217	370	381	846	945	962
	ISO PN 20; 25	L	205	210	222	264	335	433	524	637	762	767	1024	1030	1136
		W	155	165	185	207	250	320	390	480	550	570	740	740	750
		h	78	83	95	105	127	159	191	223	261	295	325	357	389
		H	239	244	257	314	378	508	602	742	859	893	1133	1165	1197
		Peso (kg)	10	12.2	15	25	43	85	146	245	410	434	900	967	986



Jorge Casanova Sanahuja



Tabla 4: Hoja de especificaciones de las válvulas de compuerta.

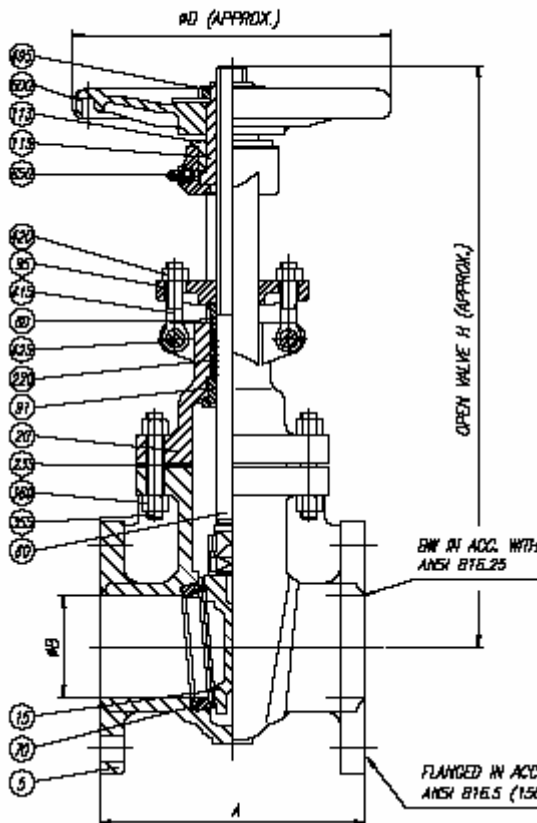
<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula de compuerta.	<b>Fecha:</b> 28-2-2007																																																																																																																																																																								
		<b>Código:</b> P26VC028																																																																																																																																																																									
<b>Función:</b> Apertura/cierre tubería de bomba.																																																																																																																																																																											
<b>Marca comercial:</b> Ringo válvulas España.		<b>Modelo:</b> 150																																																																																																																																																																									
<b>Datos técnicos:</b>  <b>Normas de conexión</b> Brida: ISO 7005-2 (ANSI B-16.42), <b>Temperatura del agua</b> Hasta 80°C (180°F) <b>Presión de trabajo</b> ISO PN 16: 16 bar		<b>Esquema/Imagen:</b>  <div><p>ELECTRICAL AND PNEUMATIC OPERATION UPON REQUEST</p><table><thead><tr><th>SIZE</th><th>A(IN)</th><th>A2(IN)</th><th>W</th><th>H(mm)</th><th>W</th><th>W</th><th>WEIGHT</th></tr></thead><tbody><tr><td>1 1/2"</td><td>165</td><td>185</td><td>38.1</td><td>288</td><td>150</td><td>—</td><td>18</td></tr><tr><td>2"</td><td>178</td><td>210</td><td>50.8</td><td>308</td><td>200</td><td>—</td><td>20</td></tr><tr><td>2 1/2"</td><td>181</td><td>241</td><td>63.5</td><td>482</td><td>200</td><td>—</td><td>29</td></tr><tr><td>3"</td><td>203</td><td>282</td><td>78.2</td><td>520</td><td>250</td><td>—</td><td>32</td></tr><tr><td>4"</td><td>229</td><td>305</td><td>101.6</td><td>603</td><td>300</td><td>—</td><td>51</td></tr><tr><td>6"</td><td>287</td><td>423</td><td>152.4</td><td>775</td><td>350</td><td>—</td><td>88</td></tr><tr><td>8"</td><td>282</td><td>419</td><td>203.2</td><td>958</td><td>350</td><td>—</td><td>130</td></tr><tr><td>10"</td><td>330</td><td>457</td><td>254</td><td>1212</td><td>400</td><td>—</td><td>216</td></tr><tr><td>12"</td><td>356</td><td>502</td><td>304.8</td><td>1411</td><td>450</td><td>—</td><td>312</td></tr><tr><td>14"</td><td>381</td><td>571.5</td><td>336.7</td><td>1600</td><td>500</td><td>—</td><td>443</td></tr><tr><td>16"</td><td>406</td><td>608.6</td><td>387.4</td><td>1820</td><td>600</td><td>—</td><td>540</td></tr><tr><td>18"</td><td>438.2</td><td>660.4</td><td>438.2</td><td>1985</td><td>700</td><td>—</td><td>700</td></tr><tr><td>20"</td><td>458</td><td>711.2</td><td>489</td><td>2180</td><td>—</td><td>460</td><td>900</td></tr><tr><td>24"</td><td>508</td><td>812.8</td><td>590.6</td><td>2630</td><td>—</td><td>600</td><td>1265</td></tr><tr><td>28"</td><td>608.6</td><td>914.4</td><td>692.1</td><td>3040</td><td>—</td><td>800</td><td>1805</td></tr><tr><td>30"</td><td>608.6</td><td>914.4</td><td>743</td><td>3240</td><td>—</td><td>800</td><td>2075</td></tr><tr><td>36"</td><td>711.2</td><td>1016</td><td>876.3</td><td>3800</td><td>—</td><td>1000</td><td>3185</td></tr><tr><td>40"</td><td>812.8</td><td>1066.8</td><td>978</td><td>4200</td><td>—</td><td>1000</td><td>1805</td></tr><tr><td>42"</td><td>812.8</td><td>1143</td><td>1022.3</td><td>4450</td><td>—</td><td>1000</td><td>2075</td></tr><tr><td>48"</td><td>1066.8</td><td>1371.8</td><td>1189.4</td><td>5020</td><td>—</td><td>1000</td><td>3195</td></tr></tbody></table></div>		SIZE	A(IN)	A2(IN)	W	H(mm)	W	W	WEIGHT	1 1/2"	165	185	38.1	288	150	—	18	2"	178	210	50.8	308	200	—	20	2 1/2"	181	241	63.5	482	200	—	29	3"	203	282	78.2	520	250	—	32	4"	229	305	101.6	603	300	—	51	6"	287	423	152.4	775	350	—	88	8"	282	419	203.2	958	350	—	130	10"	330	457	254	1212	400	—	216	12"	356	502	304.8	1411	450	—	312	14"	381	571.5	336.7	1600	500	—	443	16"	406	608.6	387.4	1820	600	—	540	18"	438.2	660.4	438.2	1985	700	—	700	20"	458	711.2	489	2180	—	460	900	24"	508	812.8	590.6	2630	—	600	1265	28"	608.6	914.4	692.1	3040	—	800	1805	30"	608.6	914.4	743	3240	—	800	2075	36"	711.2	1016	876.3	3800	—	1000	3185	40"	812.8	1066.8	978	4200	—	1000	1805	42"	812.8	1143	1022.3	4450	—	1000	2075	48"	1066.8	1371.8	1189.4	5020	—	1000	3195
SIZE	A(IN)			A2(IN)	W	H(mm)	W	W	WEIGHT																																																																																																																																																																		
1 1/2"	165			185	38.1	288	150	—	18																																																																																																																																																																		
2"	178	210	50.8	308	200	—	20																																																																																																																																																																				
2 1/2"	181	241	63.5	482	200	—	29																																																																																																																																																																				
3"	203	282	78.2	520	250	—	32																																																																																																																																																																				
4"	229	305	101.6	603	300	—	51																																																																																																																																																																				
6"	287	423	152.4	775	350	—	88																																																																																																																																																																				
8"	282	419	203.2	958	350	—	130																																																																																																																																																																				
10"	330	457	254	1212	400	—	216																																																																																																																																																																				
12"	356	502	304.8	1411	450	—	312																																																																																																																																																																				
14"	381	571.5	336.7	1600	500	—	443																																																																																																																																																																				
16"	406	608.6	387.4	1820	600	—	540																																																																																																																																																																				
18"	438.2	660.4	438.2	1985	700	—	700																																																																																																																																																																				
20"	458	711.2	489	2180	—	460	900																																																																																																																																																																				
24"	508	812.8	590.6	2630	—	600	1265																																																																																																																																																																				
28"	608.6	914.4	692.1	3040	—	800	1805																																																																																																																																																																				
30"	608.6	914.4	743	3240	—	800	2075																																																																																																																																																																				
36"	711.2	1016	876.3	3800	—	1000	3185																																																																																																																																																																				
40"	812.8	1066.8	978	4200	—	1000	1805																																																																																																																																																																				
42"	812.8	1143	1022.3	4450	—	1000	2075																																																																																																																																																																				
48"	1066.8	1371.8	1189.4	5020	—	1000	3195																																																																																																																																																																				
<b>Materiales de construcción:</b> Hierro dúctil, acero.																																																																																																																																																																											
<b>Dimensiones:</b>																																																																																																																																																																											



Tabla 5: Hoja de especificaciones de las válvulas de mariposa.



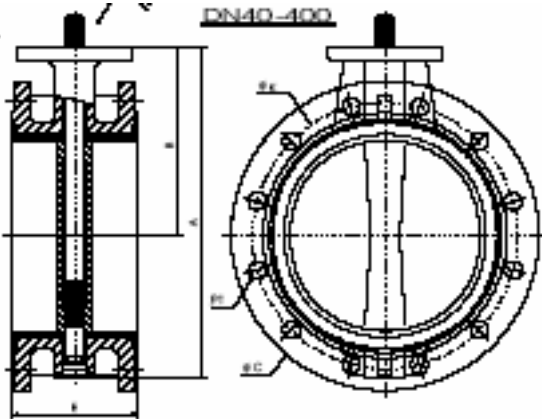
<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula mariposa		<b>Fecha:</b> 28-2-2007															
		<b>Código:</b> P26VM04																	
<b>Función:</b> Cierre válvulas ventosa.																			
<b>Marca comercial:</b> 		<b>Modelo:</b> Válvulas de doble brida																	
<b>Datos técnicos:</b> Presión de trabajo: 16 bar. Conexión de bridas: DIN 2501-PN 10/16. Dimensión face to face de acuerdo con ISO 5752 corto. Brida de cabeza de acuerdo con ISO 5211.			<b>Esquema/Imagen:</b> 																
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo de hierro dúctil.																			
<b>Dimensiones:</b> 																			
DIMENSIONES DE LAS VALVULAS																			
DN		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N°xM	P	TALADROS LISOS		Peso (Kg)		
MM	INCH														T	N°.			
40	1 1/2"	206	140	150	88	106	10.5	30	24	8	110	70	4x9	17	18	4	7.6		
50	2"	228	156	165	88	108	10.5	30	24	8	125	70	4x9	17	18	4	8		
65	2 1/2"	243	162	185	88	112	14.5	30	24	9	145	70	4x9	17	18	4	8.5		
80	3"	266	170	200	88	114	16.5	30	24	11	160	70	4x9	17	18	8	10.5		
100	4"	294	185	229	88	127	16.5	30	24	11	180	70	4x9	17	18	8	12		
125	5"	324	207	254	105	140	18.5	30	24	14	210	70	4x9	17	18	8	16		
150	6"	349	216	286	105	140	18.5	30	24	14	240	70	4x9	17	23	8	22		
200	8"	438	256	343	105	152	22.5	30	24	17	295	70	4x9	17	23	8	30		
250	10"	461	248	406	150	165	25.5	40	20	19	350	355	102	4x11	20	23	27	12	47



Tabla 6: Hoja de especificaciones de las válvulas de mariposa de volante.



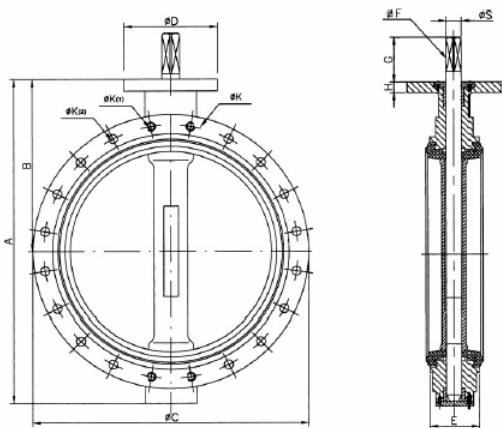
<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula de mariposa de volante.	<b>Fecha:</b> 28-2-2007															
		<b>Código:</b> P26VM07																
<b>Función:</b> Apertura/cierre conducción principal de impulsión.																		
<b>Marca comercial:</b>																		
		<b>Modelo:</b> Tipo Bidas.																
<b>Datos técnicos:</b>  Presión de trabajo: 16 bar.  Conexión de bridas: DIN 2501-PN 10/16.		<b>Esquema/Imagen:</b> 																
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo de hierro dúctil.																		
<b>Dimensiones:</b> 																		
<b>DN.</b>		<b>DIMENSIONES (mm.)   DIMENSIONS (mm.)</b>																
<b>mm.</b>	<b>inchs</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>∇F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>K</b>	<b>K<sub>(1)</sub> PN 10</b> Taladros lisos Holes	<b>K<sub>(1)</sub> PN 10</b> Taladros roscados Threaded Holes	<b>K<sub>(1)</sub> PN 16</b> Taladros lisos Holes	<b>K<sub>(1)</sub> PN 16</b> Taladros roscados Threaded Holes	<b>L</b>	<b>Ø S</b>	<b>n x Ø</b>	<b>PESO</b> <b>WEIGHT</b>
500	20"	840	448	711	175	127	36	40	22	*620/650	16 x ø27	4 x M24	16 x ø33	4 x M30	140	55	4 18	142 Kg.





Tabla 7: Hoja de especificaciones de las tuberías de PRFV.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Tuberías PRFV	<b>Fecha:</b> 28-2-2007
		<b>Código:</b> P26TR	
<b>Función:</b> Desplazar el agua por la conducción de impulsión y por la red de riego.			
<b>Marca comercial:</b> 		<b>Modelo:</b> PN10 SN-5000	
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Coefficiente de dilatación lineal</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Longitudinal: 30 x 10-6 m por m y oC</li><li>- Circunferencial sin presión: 20 x 10-6 m por m y oC</li><li>- Circunferencial por presión: 15 x 10-6 m por m y oC</li></ul></li><li>• <b>Módulo de elasticidad</b><ul style="list-style-type: none"><li>- A flexión circular: 10.000 MPa</li><li>- A tensión circular: 10.000 MPa</li><li>- A Flexión y tensión circular: 5.000 MPa</li></ul></li><li>• <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0,25 - 0,4</li><li>• <b>Presión nominal:</b> 10 bar.</li></ul>		<b>Esquema/Imagen:</b> 	
<b>Materiales de construcción:</b> Poliéster reforzado con fibra de vidrio.			
<b>Dimensiones:</b> Longitud de los tubos: 6-12 m. Diámetros Nominales: 350, 400, 450, 500, 600 mm.			



Tabla 8: Hoja de especificaciones de las tuberías de PVC.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Tubos PVC.	<b>Fecha:</b> 28-2-2007
		<b>Código:</b> P26TVE3	
<b>Función:</b> Desplazar el agua por la conducción de impulsión y por la red de riego.			
<b>Marca comercial:</b> 		<b>Modelo:</b> Uratop.	
<b>Datos técnicos:</b> -Peso específico UNE 53020: 1.350-1.460 g/cm3 -Coeficiente de dilatación lineal UNE 53126: 8.10-5 m/m. oC -Conductividad térmica UNE 92201-92202: 0,13 kcal/m.h.oC -Temperatura Vicat UNE-EN 727: ≥ 80 oC -Rugosidad equivalente (Prandtl-Colebrook): K= 0,01 mm (aguas limpias) K= 0,10 ÷ 0,25 mm (aguas residuales) -Tensión de diseño: 36 MPa -Resistencia a tracción tangencial: ≥ 85 MPa -Resistencia a tracción axial: ≥ 48 MPa -Coeficiente de seguridad a 50 años: ≥ 1,4 -Resistencia al impacto UNE-EN 1452: > x3 veces -Módulo de elasticidad axial: > 3.000 MPa -Módulo de elasticidad tangencial: > 4.000 MPa -Rigidez Circunferencial UNE-EN ISO 9969: > 6 kN/m2 -Rigidez dieléctrica s/UNE 53030: 35-30 kV/mm -Resistividad transversal : 1015 Ω / cm -Constante dieléctrica: 3,4 -Presión de trabajo: 10 bar		<b>Esquema/Imagen:</b> 	
<b>Materiales de construcción:</b> Polímeros Orientados molecularmente de material base, Policloruro de Vinilo rígido de alta calidad sin plastificantes			
<b>Dimensiones:</b> Longitud de los tubos: 6m. Diámetros Nominales: 90, 110,125, 140, 160, 180, 200, 250, 315 mm.			



Tabla 9: Hoja de especificaciones de los filtros de malla.


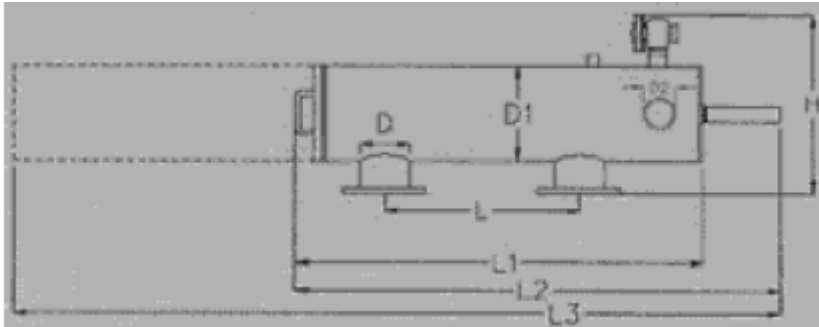
<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Filtros de malla.	<b>Fecha:</b> 28-2-2007		
		<b>Código:</b> 22			
<b>Función:</b> Filtrado del agua de la red de riego.					
<b>Marca comercial:</b> ARKAL		<b>Modelo:</b> AK H-8			
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Presiones de trabajo: De 2 a 10 bar.</li><li>- Pérdida de carga inicial: 0,1 bar.</li><li>- Temperatura máxima: 65 °C</li><li>- Grados de filtrado: De 50 a 3000 micras</li><li>- Voltaje del controlador: 12 V DC, 24 V AC.</li><li>- Opciones conexiones: Rosca, Victáulic y Brida</li><li>- Consumo por retrolavado (a Pmín.): 80 litros.</li></ul>		<b>Esquema/Imagen:</b> 			
<b>Materiales de construcción:</b> Acero al carbono recubrimiento poliéster, acero inoxidable.					
<b>Dimensiones:</b> 					
<b>MODELO</b>		<b>AK H-3</b>	<b>AK H-4</b>	<b>AK H-6</b>	<b>AK H-8</b>
<b>Ø Conexión (pulg)</b>		3	4	6	8
<b>Nº de mallas</b>		2	4	4	6
<b>A filtración (cm2)</b>		3220	5780	5780	8410
<b>Q máx. (m3/h)</b>		50	100	150	300
<b>Válv. Contralav.</b>		1 (2")	1 (2")	1 (2")	1 (2")
<b>Q lavado (m3/h)</b>		30	30	30	30
<b>Medidas</b>	<b>D1 (inch)</b>	10	10	12	12
	<b>D2 (inch)</b>	4	4	4	4
	<b>L (mm)</b>	450	900	900	900
	<b>L1 (mm)</b>	1135	1530	1600	2190
	<b>L2 (mm)</b>	1410	1870	1870	2460
	<b>L3 (mm)</b>	1750	2570	2570	3560
	<b>H (mm)</b>	580	580	640	670
<b>Peso (Kg)</b>		85	110	130	140



Tabla 10: Hoja de especificaciones de las válvulas ventosas trifuncionales de rosca.


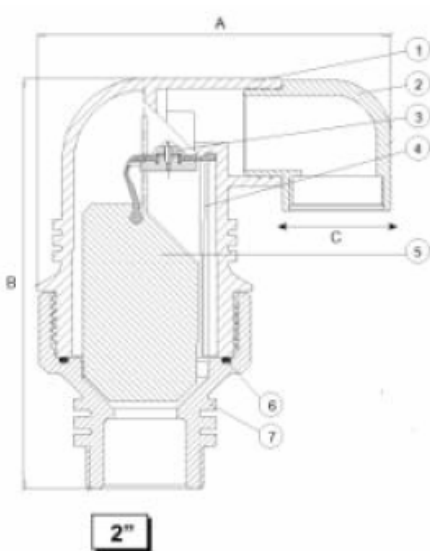
<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula ventosa trifuncional.	<b>Fecha:</b> 28-2-2007																								
		<b>Código:</b> P26VV161																									
<b>Función:</b> Permitir la entrada/salida de aire de las tuberías en operaciones de llenado/vaciado y eliminar el aire disuelto en el agua circulante.																											
<b>Marca comercial:</b> ARI VALVES.		<b>Modelo:</b> BARAK D-040-B																									
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Presión de trabajo: de 0.2-16 bar (3-230 psi)</li><li>· Trabaja a una presión diferencial de 0.8 bar, evitando el cerrado prematuro.</li><li>· Unión de rosca BSPT/NPT</li><li>· De peso liviano, pequeñas dimensiones y estructura simple y confiable.</li><li>· Cuerpo estandar de plástico robusto resistente a la corrosión.</li><li>· La salida de drenaje permite eliminar los fluidos innecesarios.</li><li>· Mecanismo de autolimpieza</li><li>· Totalmente hermética y no gotea a bajas presiones.</li><li>· Purga grandes volúmenes de aire hasta 160 m3/h</li><li>· Reduce en gran medida la obturación debido a materias foráneas.</li></ul>		<b>Esquema/Imagen:</b> 																									
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo de nylon reforzado y base de bronce.																											
<b>Dimensiones:</b> <div><table><tr><th colspan="3">Dimensiones y peso</th></tr><tr><th>Barak 2"</th><th>D-040-P</th><th>D-040-B</th></tr><tr><td>Dimensión A (mm)</td><td>180</td><td>180</td></tr><tr><td>Dimensión B (mm)</td><td>209</td><td>209</td></tr><tr><td>Conexión de escape</td><td>1 1/2" BSP</td><td>1 1/2" BSP</td></tr><tr><td>Peso (Kg)</td><td>1.1</td><td>2.2</td></tr><tr><td>Orificio de salida (mm²) Automático</td><td>12</td><td>12</td></tr><tr><td>Orificio de salida (mm²) Dinámico</td><td>804</td><td>804</td></tr></table></div>				Dimensiones y peso			Barak 2"	D-040-P	D-040-B	Dimensión A (mm)	180	180	Dimensión B (mm)	209	209	Conexión de escape	1 1/2" BSP	1 1/2" BSP	Peso (Kg)	1.1	2.2	Orificio de salida (mm²) Automático	12	12	Orificio de salida (mm²) Dinámico	804	804
Dimensiones y peso																											
Barak 2"	D-040-P	D-040-B																									
Dimensión A (mm)	180	180																									
Dimensión B (mm)	209	209																									
Conexión de escape	1 1/2" BSP	1 1/2" BSP																									
Peso (Kg)	1.1	2.2																									
Orificio de salida (mm²) Automático	12	12																									
Orificio de salida (mm²) Dinámico	804	804																									



Tabla 11: Hoja de especificaciones de las válvulas ventosa trifuncionales de brida.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula ventosa trifuncional. <b>Código:</b> P26VV162 a P26VV164	<b>Fecha:</b> 28-2-2007																																																															
<b>Función:</b> Permitir la entrada/salida de aire de las tuberías en operaciones de llenado/vaciado y eliminar el aire disuelto en el agua circulante.																																																																		
<b>Marca comercial:</b> ARI VALVES		<b>Modelo:</b> SHELEF D-050																																																																
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Presión de trabajo: de 0.2-16 bar (3-230 psi)</li><li>· Trabaja a una presión diferencial de 0.8 bars, evitando el cerrado prematuro.</li><li>· Cuerpo estandar de plástico robusto resistente a la corrosión.</li><li>· La salida de drenaje permite eliminar los fluidos innecesarios.</li><li>· Mecanismo de autolimpieza</li><li>· Totalmente hermética y no gotea a bajas presiones.</li><li>· Purga grandes volúmenes de aire hasta 160 m3/h</li><li>· Reduce en gran medida la obturación debido a materias foráneas.</li><li>· La conexión de la válvula combinada es de brida disponible en estandar BS/ISO/ANSI. La unión de la válvula S-050-B con la K-010 es de rosca BSPT/NPT</li><li>· De peso liviano, pequeñas dimensiones y estructura simple y confiable.</li></ul>		<b>Esquema/Imagen:</b> 																																																																
<b>Materiales de construcción:</b> Fundición hierro, nylon reforzado, bronce.																																																																		
<b>Dimensiones:</b>  <table><tr><th></th><th>2" rosca</th><th>2" brida</th><th>3"</th><th>4"</th><th>6"</th><th>8"</th></tr><tr><td>Dimensión A (mm)</td><td>167</td><td>167</td><td>286</td><td>342</td><td>553</td><td>553</td></tr><tr><td>Dimensión B (mm)</td><td>330</td><td>335</td><td>356</td><td>368</td><td>550</td><td>553</td></tr><tr><td>Peso (Kg)</td><td>9.4</td><td>12.0</td><td>18.4</td><td>26.4</td><td>77.6</td><td>85.6</td></tr><tr><td>Orificio de salida (mm²)</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td></tr><tr><td>Automático</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Orificio de salida (mm²) Cinético</td><td>794</td><td>794</td><td>1809</td><td>3317</td><td>17662</td><td>17662</td></tr><tr><td>Conexión de escape interno (mm²)</td><td>Rosca</td><td>1.5 BSP</td><td>63.5</td><td>80.0</td><td>124.0</td><td>124.0</td></tr><tr><td>Conexión de escape externo (mm²)</td><td>-</td><td>-</td><td>74.6</td><td>96.0</td><td>140.0</td><td>140.0</td></tr></table>					2" rosca	2" brida	3"	4"	6"	8"	Dimensión A (mm)	167	167	286	342	553	553	Dimensión B (mm)	330	335	356	368	550	553	Peso (Kg)	9.4	12.0	18.4	26.4	77.6	85.6	Orificio de salida (mm²)	12	12	12	12	12	12	Automático							Orificio de salida (mm²) Cinético	794	794	1809	3317	17662	17662	Conexión de escape interno (mm²)	Rosca	1.5 BSP	63.5	80.0	124.0	124.0	Conexión de escape externo (mm²)	-	-	74.6	96.0	140.0	140.0
	2" rosca	2" brida	3"	4"	6"	8"																																																												
Dimensión A (mm)	167	167	286	342	553	553																																																												
Dimensión B (mm)	330	335	356	368	550	553																																																												
Peso (Kg)	9.4	12.0	18.4	26.4	77.6	85.6																																																												
Orificio de salida (mm²)	12	12	12	12	12	12																																																												
Automático																																																																		
Orificio de salida (mm²) Cinético	794	794	1809	3317	17662	17662																																																												
Conexión de escape interno (mm²)	Rosca	1.5 BSP	63.5	80.0	124.0	124.0																																																												
Conexión de escape externo (mm²)	-	-	74.6	96.0	140.0	140.0																																																												



Tabla 12: Hoja de especificaciones de las válvulas contador de los hidrantes.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Válvula contador volumétrico.	<b>Fecha:</b> 28-2-2007																																																
		<b>Código:</b> 3414, 3422, 3433																																																	
<b>Función:</b> Control del volumen de agua en los hidrantes de la red de riego.																																																			
<b>Marca comercial:</b> 		<b>Modelo:</b> URAMED 927																																																	
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presión de trabajo: 10 bar.</li><li>• Conexiones: Brida ISO SP/10.</li><li>• Error de medición: +/- 2%.</li><li>• Incluye: Contador, válvula reductora presión, limitadora de caudal.</li></ul>		<b>Esquema/Imagen:</b> 																																																	
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo y tapa de fundición. Mecanismos: Plástico, acero inoxidable y latón. Diafragma: Caucho natural reforzado con tejido de Nylon.																																																			
<b>Dimensiones:</b> <div><div></div><div><div>Tipo Globo</div><table><tr><th>TAMAÑO</th><th>*1 1/2"</th><th>*2"</th><th>*3"R</th><th>3"</th><th>4"</th><th>6"</th><th>8"</th></tr><tr><td>L (mm)</td><td>210</td><td>220</td><td>220</td><td>290</td><td>260</td><td>560</td><td>600</td></tr><tr><td>Ancho (mm)</td><td>135</td><td>137</td><td>138</td><td>210</td><td>250</td><td>380</td><td>380</td></tr><tr><td>H (mm)</td><td>293</td><td>300</td><td>300</td><td>405</td><td>470</td><td>625</td><td>640</td></tr><tr><td>R (mm)</td><td>103</td><td>90</td><td>90</td><td>125</td><td>137</td><td>215</td><td>220</td></tr><tr><td>Peso (kg)</td><td>5,5</td><td>7,0</td><td>8,0</td><td>24</td><td>44</td><td>107</td><td>110</td></tr></table><p>*1 1/2", 2", 3"R: Roscado</p></div></div>				TAMAÑO	*1 1/2"	*2"	*3"R	3"	4"	6"	8"	L (mm)	210	220	220	290	260	560	600	Ancho (mm)	135	137	138	210	250	380	380	H (mm)	293	300	300	405	470	625	640	R (mm)	103	90	90	125	137	215	220	Peso (kg)	5,5	7,0	8,0	24	44	107	110
TAMAÑO	*1 1/2"	*2"	*3"R	3"	4"	6"	8"																																												
L (mm)	210	220	220	290	260	560	600																																												
Ancho (mm)	135	137	138	210	250	380	380																																												
H (mm)	293	300	300	405	470	625	640																																												
R (mm)	103	90	90	125	137	215	220																																												
Peso (kg)	5,5	7,0	8,0	24	44	107	110																																												



Tabla 13: Hoja de especificaciones de los manómetros medidores de presión.



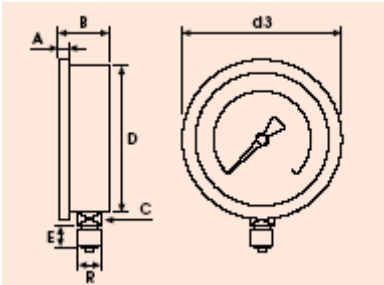

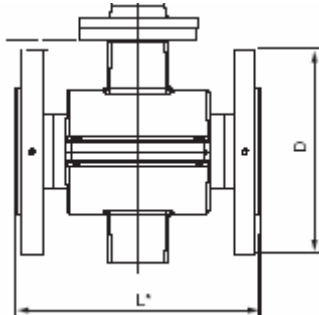
<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.				<b>Nombre:</b> Manómetro medidor de presión.				<b>Fecha:</b> 28-2-2007					
				<b>Código:</b> 1121									
<b>Función:</b> Control de la presión interior de las tuberías.													
<b>Marca comercial:</b> 				<b>Modelo:</b> GLICERINA EG DN63									
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Construidos: según norma UNE-EN 837.</li><li>- Precisión: 1,6%.</li><li>- Temperatura del fluido: -25 °C a +60 °C.</li><li>- Grado de protección: IP 65.</li><li>- Ensayo de sobrepresión: sometido a sobrepresión del 25% del valor de fondo de escala.</li></ul>								<b>Esquema/Imagen:</b> 					
<b>Materiales de construcción:</b> Caja y aro de acero inoxidable, mecanismos de latón y bronce, esfera de metacrilato.													
<b>Dimensiones:</b> 													
DIÁMETRO	A	B	C	D	d1	d2	d3	E	F	G	H	I	R
63	6	28	14	63	85	85	68	13	3,5	60	75		1/4" G



Tabla 14: Hoja de especificaciones del contador Woltman.

<b>Proyecto:</b> Modernización de regadíos de un sector de La Comunidad de regantes de Fraga, Torrente y Velilla de Cinca.		<b>Nombre:</b> Contador Woltman 24”	<b>Fecha:</b> 28-2-2007																					
		<b>Código:</b> 24																						
<b>Función:</b> Controlar el volumen de agua que pasa por la tubería principal y que llega a los filtros.																								
<b>Marca comercial:</b> <b>BAEZA</b>		<b>Modelo:</b> 0501																						
<b>Datos técnicos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pertenece al tipo de contadores Woltman de hélice horizontal paralela al eje del flujo.</li><li>• Mecanismos internos fabricados en plástico especiales en combinación con acero inoxidable para ejes, lo que le da robustez contra el desgaste, golpes de ariete y etc.</li><li>• Rejilla interna anterior a la hélice, protegiéndole de piedras, palos y etc.</li><li>• El mecanismo de lectura y la hélice son extraíbles, lo que facilita su mantenimiento y cualquier posible reparación.</li><li>• Totalizador con encapsulado anticondensación y protección IP-68.</li><li>• Mínima pérdida de carga, lo que asegura caudales máximos muy altos.</li><li>• Presión de trabajo: 16 Atm.</li><li>• <b>Está homologado por la C.E.E.</b> Las dimensiones y taladros de brida se hacen según la <b>Norma ISO 2084</b>.</li></ul>		<b>Esquema/Imagen:</b> 																						
<b>Materiales de construcción:</b> Cuerpo fabricado en fundición de hierro GC25, recubierto con resina acetálica interior y exteriormente.																								
<b>Dimensiones:</b>  <table><tr><th colspan="7">Dimensiones</th></tr><tr><th>DN</th><th>PN<sup>1)</sup></th><th>D</th><th>L</th><th>F</th><th>G</th><th>G1</th></tr><tr><td>500</td><td>10</td><td>670</td><td>650</td><td>310</td><td>492</td><td>403</td></tr></table>				Dimensiones							DN	PN <sup>1)</sup>	D	L	F	G	G1	500	10	670	650	310	492	403
Dimensiones																								
DN	PN <sup>1)</sup>	D	L	F	G	G1																		
500	10	670	650	310	492	403																		



5

## ESTADO DE MEDICIONES

## **INDICE DEL ESTADO DE MEDICIONES**

<b>INDICE DEL ESTADO DE MEDICIONES. ....</b>	<b>273</b>
<b>5.1.- ESTACION DE BOMBEO. ....</b>	<b>274</b>
5.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA. ....	274
5.1.2.- MOV. DE TIERRAS. ....	275
<b>5.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO. ....</b>	<b>276</b>
<b>5.3.- RED DE RIEGO. ....</b>	<b>277</b>
5.3.1.- TUBERÍAS. ....	277
5.3.2.- MOV.TIERRAS. ....	279
5.3.3.- VENTOSAS. ....	279
5.3.4.- HIDRANTES. ....	280



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b>5.1.- ESTACION DE BOMBEO</b>								
	<b>5.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA</b>								
111	<b>ud GRUPO ELECTROBOMBA 220CV</b> Grupo electrobomba formado por bomba de eje vertical con 6 m de longitud total de la columna, válvula de pie, cabezal soporte eléctrico y motor Siemens o similar, accionada por motor eléctrico trifásico de 220 C.V. de potencia a 1450 r.p.m. a 400 V. 50 Hz. en forma B-3 y protección IP-55. Totalmente instalada en depósito captación incluida tornillería, grúa y elementos auxiliares. Sin descomposición.						4,00		
U07VAV031	<b>ud VÁLV.COMPUE.CIERRE ELAST.D=250mm</b> Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 250 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						4,00		
U07VAV213	<b>ud VÁL.HIDR.CONTROL BOMBA.FUND.D=10"</b> Válvula hidráulica de control de bomba, de fundición, con bridas, de 10" de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						4,00		
U07VAV214	<b>ud VÁL.HIDR.ANTICIP. ONDA .FUND.D=10"</b> Válvula hidráulica, anticipadora de onda, de fundición, con bridas, de 10 " de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00		
CM	<b>ud CARRET.MONTAJE. D=250mm.</b> Carrete de montaje de fundición de 250mm de diámetro, con 4 cm de extensión/acortamiento, para conexión mediante bridas de DN250 PN16, incluso juntas de goma, tornillos zincados y montaje.						4,00		
112	<b>ud MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.						1,00		
U07VAV071	<b>ud VÁLV.MARIP.REDUC.C/ELÁS.D=500mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 500 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00		
U07VAF040	<b>ud VENTOSA 4" AUTOM. D=100mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00		
117	<b>ud VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.						2,00		
113	<b>ud COLECTOR CHAPA 5mm. DN500 7ml</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 500 mm. de diámetro y 7 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo en reducción cónica a 250mm y brida, con 4 salidas horizontales a 45º a brida de 250 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada soportes a suelo abrazaderas pintura portes y montaje todo PN-10 atm.						1,00		



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
114	<b>ud CURVA CHAPA 90° 5mm.DN500 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 500 mm de diámetro con los dos extremos acabados en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm						1,00		
115	<b>ud CURVA CHAPA 90° 5mm.DN250 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 250 mm de diámetro con un extremo acabado en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm						1,00		
116	<b>ud SOPORTE COLECTOR CHAPA DN-500</b> Soportes para colector de chapa DN500 anclado a suelo, incluso tornillería zincada.						4,00		
U07TR230	<b>m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						60,00		
U07TR030	<b>m. COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						250,00		
<b>5.1.2.- MOV. DE TIERRAS</b>									
U02AZ010	<b>m3 EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO</b> Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.								
	EXC.ZANJA	310	1,00	1,03	1,43	456,60			
							456,60		
U02BZ010	<b>m3 RELLENO LOCALIZADO ZANJA</b> Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.						456,60		



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>5.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO</b>									
21	<b>ud COLECTOR CHAPA 5MM DN 600 PN10 L=4,4</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 600 mm. de diámetro y 4.4 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo ciego con 4 salidas verticales a brida de 200 mm. de diámetro y una salida vertical a brida de 150 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada pintura portes y montaje todo PN-10 atm.						1,00		
U07VAV072	<b>ud VÁLV.MARIP.REDOC.C/ELÁS.D=600mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 600 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, incluso dado de anclaje, completamente instalada.						1,00		
U07VAV045	<b>ud VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=200mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 200 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						8,00		
U07VAV044	<b>ud VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=150mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						2,00		
U07VAF050	<b>ud VENTOSA/PURGADOR AUTOM. D=150mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.						2,00		
22	<b>ud FILTRO MALLA 300 m3/h PN10</b> Filtro de malla automático de PN-10 Atm.- valvulas hidráulicas para su limpieza, presostato diferencial, controlador de limpieza, totalmente instalado, Incluso tornillería, portes montaje y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento en automático. Sin descomposición.						4,00		
23	<b>ud CUELLO CISNE CHAPA 5mm DN600 H=2m.PN10</b> Cuello de cisne de chapa de 5mm de espesor y 600mm de diámetro salvando un desnivel de 2m de longitud con ambos extremos acabados en bridas, incluso bridas, juntas, tornillería zincada pintura, portes y montaje, todo PN10 atm.						1,00		
112	<b>ud MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.						2,00		
24	<b>ud CONTADOR WOLTMAN 24" PN10</b> Contador Woltman de 24" de diámetro entre bridas de transmisión magnética con presión de trabajo de 10 bar. provisto de totalizador e indicador de paso de agua y con emisor de pulsos incluso instalación.						1,00		
25	<b>ud DESAGÜE TUBERÍA PRINCIPAL</b> Válvula para desagüe de tubería principal bajante de embalse, compuesta por abrazadera de empalme para salida brida DN200 PN10, válvula de mariposa DN200 PN10 y codo de 90° de chapa DN200 PN10 de espesor 5m con una brida DN200 PN10. Incluso bridas, juntas, tornillería zincada y montaje, todo PN10 atm.						1,00		



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>5.3.- RED DE RIEGO</b>									
<b>5.3.1.- TUBERÍAS</b>									
U07TR035	<b>m. COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=600</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						250,00		
U07TR235	<b>m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=600</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.200,00		
311	<b>m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=450</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 450 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						220,00		
U07TR220	<b>m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=400</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 400 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						740,00		
312	<b>m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=350</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 350 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						950,00		
U07TV645	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=250</b> Tubería de PVC de 250 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						2.490,00		
U07TV640	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=200</b> Tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.220,00		



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U07TV635	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=180</b> Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.020,00		
U07TV630	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=160</b> Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						407,00		
U07TV625	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=140</b> Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.227,00		
U07TV620	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=125</b> Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.857,00		
U07TV615	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=110</b> Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						815,00		
U07TV610	<b>m. CONDOC.PVC JUNT.ELÁST.PN 10 D=90</b> Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						515,00		
U07TV650	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=315</b> Tubería de PVC de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						2.095,00		



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>5.3.2.- MOV.TIERRAS</b>									
U02AZ010	<b>m3 EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO</b> Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.								
	ZANJA TUBO DN600	1350	1,00	1,10	1,50	2.227,50			
	ZANJA TUBO DN450	220	1,00	0,95	1,35	282,15			
	ZANJA TUBO DN400	740	1,00	0,90	1,30	865,80			
	ZANJA TUBO DN350	950	1,00	0,85	1,25	1.009,38			
	ZANJA TUBO DN315	2095	1,00	0,82	1,22	2.095,84			
	ZANJA TUBO DN250	2490	1,00	0,75	1,15	2.147,63			
	ZANJA TUBO DN200	1220	1,00	0,70	1,10	939,40			
	ZANJA TUBO DN180	1020	1,00	0,68	1,10	762,96			
	ZANJA TUBO DN<180	4821	1,00	0,68	1,10	3.606,11			
							13.936,77		
U02BZ010	<b>m3 RELLENO LOCALIZADO ZANJA</b> Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.								
							13.936,00		
<b>5.3.3.- VENTOSAS</b>									
117	<b>ud VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.								
							1,00		
332	<b>ud VENTOSA 3" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 3" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 3" carrete de chapa ø 3" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 3" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.								
							4,00		
333	<b>ud VENTOSA 2" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 2" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 2" carrete de chapa ø 2" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 2" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.								
							2,00		





CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>5.3.4.- HIDRANTES</b>									
341	<b>ud HIDRANTES 6"</b> Conjunto hidrante 6" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 6" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 6", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 150 PN10 con BP 6" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 150 con BP 6" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.						34,00		
342	<b>ud HIDRANTES 4"</b> Conjunto hidrante 4" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 4" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 4", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 100 PN10 con BP 4" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 100 con BP 4" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.						19,00		
343	<b>ud HIDRANTES 3"</b> Conjunto hidrante 3" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 3" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 3", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 80 PN10 con BP 3" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 80 con BP 3" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.						7,00		
31	<b>ud TUBERÍAS</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio rigidez SN=5 KN/m2, o PVC, presión nominal de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1,00		
32	<b>ud MOV.TIERRAS</b>						1,00		
33	<b>ud VENTOSAS</b>						1,00		
34	<b>ud HIDRANTES</b>						1,00		
35	<b>ud CRUCE DE CARRETERA</b> Cruce de carretera para tubería de PRFV de 600 mm. de diámetro en una longitud de 15 m. mediante perforación horizontal tubería de chapa de acero de 6 mm. de espesor y 600 mm. de diámetro y protección con tubería de chapa de acero de 10 mm. de espesor y 800 mm. de diámetro con arquetas de fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor y 2,42 x 3,10 m. de dimensiones interiores cuellos de cisne, ventosas y elementos según plano incluso excavación y tapado de zanja. Sin descomposición.						1,00		
36	<b>ud CRUCE DE ACEQUIA</b> Cruce de arroyo para tubería de PRFV 600mm. con tubería de protección de chapa de acero de 10 mm. de espesor de 800 mm. de diametro, con doble cuello de cisne, arquetas de pared de ladrillo de hormigón prefabricado y elementos según plano para un desarrollo de 8 m. Sin descomposición.						1,00		



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
37	<b>ud CRUCE DE CAMINO AGRICOLA</b> Paso de camino agrícola para tubería de PVC dDN250, con tubería de protección de chapa de 10mm, DN300 y L=4m. Zanja de 2m. de profundidad y 0,8m de anchura con lecho de 0,2m de hormigón y relleno de hormigón hasta 0,2m por encima del tubo de chapa. Resto de relleno de material granular y reparación del firme. Sin descomposición.						1,00		

6

## PRESUPUESTO



## INDICE DEL PRESUPUESTO

<b>INDICE DEL PRESUPUESTO .....</b>	<b>283</b>
-------------------------------------	------------

<b>6.1.- CUADRO DE PRECIOS UNITARIO DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y ELEMENTOS AUXILIARES.....</b>	<b>285</b>
---	------------

<b>6.2.- CUADRO DE PRECIOS 1 DE LAS UNIDADES DE OBRA. ....</b>	<b>288</b>
--	------------

6.2.1.- ESTACION DE BOMBEO.....	288
6.2.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	288
6.2.1.2.- MOV. DE TIERRAS.....	290
6.2.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO .....	291
6.2.3.- RED DE RIEGO .....	293
6.2.3.1.- TUBERÍAS .....	293
6.2.3.2.- MOV.TIERRAS .....	295
6.2.3.3.- VENTOSAS .....	295
6.2.3.4.- HIDRANTES .....	295

<b>6.3.- CUADRO DE PRECIOS 2 DE LAS UNIDADES DE OBRA.....</b>	<b>297</b>
---	------------

6.3.1.- ESTACION DE BOMBEO.....	297
6.3.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	297
6.3.1.2.- MOV. DE TIERRAS.....	299
6.3.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO .....	300
6.3.3.- RED DE RIEGO .....	302
6.3.3.1.- TUBERÍAS .....	302
6.3.3.2.- MOV.TIERRAS .....	304
6.3.3.3.- VENTOSAS .....	305
6.3.3.4.- HIDRANTES .....	305

<b>6.4.- PRESUPUESTO.....</b>	<b>307</b>
-------------------------------	------------

6.4.1.- ESTACION DE BOMBEO.....	307
6.4.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA.....	307
6.4.1.2.- MOV. DE TIERRAS.....	309




---

6.4.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO .....	310
6.4.3.- RED DE RIEGO .....	311
6.4.3.1.- TUBERÍAS .....	311
6.4.3.2.- MOV.TIERRAS .....	313
6.4.3.3.- VENTOSAS .....	313
6.4.3.4.- HIDRANTES .....	314
<b>6.5.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO. ....</b>	<b>316</b>

**6.1.- CUADRO DE PRECIOS UNITARIO DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y ELEMENTOS AUXILIARES.**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1121	ud	Manometro glicerina 0-10bar 1/4" RM	46,84 CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1131	ud	Colector chapa 5mm.DN500 7ml.	5.000,00 CINCO MIL EUROS
1152	ud	Curva chapa 90° 5mm. DN250 PN10	900,00 NOVECIENTOS EUROS
1161	ud	Soporte colector DN500	128,00 CIENTO VEINTIOCHO EUROS
12.88	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=160mm	12,88 DOCE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
211	ud	Colector chapa 6 mm.	4.258,00 CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS
231	ud	CUELLO CISNE CHAPA 5mm DN600 H=2m.PN10	3.500,00 TRES MIL QUINIENTOS EUROS
241	ud	Contador Woltman 24" PN10	9.000,00 NUEVE MIL EUROS
251	ud	Codo 90 ° chapa DN200 con una brida DN200	90,00 NOVENTA EUROS
252	ud	Abrazadera empalme DN600 para salida brida DN200	95,00 NOVENTA Y CINCO EUROS
3411	ud	Marco prefabric horm. 2,2x1,5x1,20	1.100,00 MIL CIENTOS EUROS
3412	ud	Carrete chapa 2mm DN150 PN10	200,00 DOSCIENTOS EUROS
3413	ud	Cuello cisne chapa 5mm DN150 H=1,4	230,00 DOSCIENTOS TREINTA EUROS
3414	ud	VALVULA HIDRANTE CONTADOR 6"	2.898,00 DOS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS
3421	ud	Cuello cisne chapa 5mm DN100 H=1,4	200,00 DOSCIENTOS EUROS
3422	ud	VALVULA HIDRANTE CONTADOR 4"	1.222,93 MIL DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
3423	ud	Carrete chapa 2mm DN100 PN10	180,00 CIENTO OCHENTA EUROS
3431	ud	Carrete chapa 2mm DN80 PN10	160,00 CIENTO SESENTA EUROS
3432	ud	Cuello cisne chapa 5mm DN80 H=1,4	180,00 CIENTO OCHENTA EUROS
3433	ud	VALVULA HIDRANTE CONTADOR 3"	893,14 OCHOCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con CATORCE CÉNTIMOS
CM11	ud	Carrete montaje D=250	343,71 TRESCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS
M05EN020	h.	Excav.hidráulica neumáticos 84 CV	43,00 CUARENTA Y TRES EUROS
M05EN030	h.	Excav.hidráulica neumáticos 100 CV	45,00 CUARENTA Y CINCO EUROS
M05RN010	h.	Retrocargadora neumáticos 50 CV	29,00 VEINTINUEVE EUROS
M05RN020	h.	Retrocargadora neumáticos 75 CV	34,00 TREINTA Y CUATRO EUROS
M07CG020	h.	Camión con grúa 12 t.	54,00 CINCUENTA Y CUATRO EUROS
M08CA110	h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	28,00 VEINTIOCHO EUROS
M08RB020	h.	Bandeja vibrante de 300 kg.	3,60 TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
O01OA020	h.	Capataz	15,24 QUINCE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
O01OA030	h.	Oficial primera	15,64 QUINCE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
O01OA070	h.	Peón ordinario	13,53 TRECE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
O01OB130	h.	Oficial 1ª cerrajero	15,29 QUINCE EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS
O01OB140	h.	Ayudante cerrajero	14,39 CATORCE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
O01OB170	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	16,16 DIECISEIS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS
O01OB180	h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,72 CATORCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
O01OB195	h.	Ayudante fontanero	14,52 CATORCE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
P01AA020	m3	Arena de río 0/6 mm.	15,75 QUINCE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P01HM140	m3	Hormigón HM-20/P/20/Ila central	73,08 SETENTA Y TRES EUROS con OCHO CÉNTIMOS
P01MC040	m3	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 1:6 M-40	50,00 CINCUENTA EUROS
P02CVW010	kg	Lubricante tubos PVC j.elástica	6,77 SEIS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
P02THM080	m.	Tubo HM j.machihembrada D=1000mm	52,38 CINCUENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
P26PPL650	ud	Collarín FD p/PE-PVC 1/2-1 1/4" D=315mm	86,52 OCHENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
P26TR030	m.	Tub.poliéster PN6 SN=5 D=500mm	85,45 OCHENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26TR035	m.	Tub.poliéster PN6 SN=5 D=600mm	112,15 CIENTO DOCE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS
P26TR110	m.	Tub.poliéster PN6 SN=10 D=350mm	63,85 SESENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26TR220	m.	Tub.poliéster PN10 SN=5 D=400mm	72,62 SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
P26TR230	m.	Tub.poliéster PN10 SN=5 D=450mm	84,24 OCHENTA Y CUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P26TR235	m.	Tub.poliéster PN10 SN=5 D=600mm	117,85 CIENTO DIECISIETE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
26TVE310	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=90mm	5,26 CINCO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS
P26TVE320	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=110mm	6,06 SEIS EUROS con SEIS CÉNTIMOS
P26TVE330	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=125mm	7,80 SIETE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
P26TVE340	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=140mm	9,83 NUEVE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
P26TVE360	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=180mm	16,04 DIECISEIS EUROS con CUATRO CÉNTIMOS
P26TVE370	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=200mm	19,87 DIECINUEVE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
P26TVE380	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=250mm	30,92 TREINTA EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
P26TVE390	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN10 D=315mm	49,08 CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHO CÉNTIMOS
P26UUB040	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=80mm	34,16 TREINTA Y CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS
P26UUB050	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=100mm	42,35 CUARENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26UUB070	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=150mm	60,86 SESENTA EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
P26UUB080	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=200mm	83,94 OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
P26UUB090	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=250mm	134,51 CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
P26UUB140	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=500mm	426,20 CUATROCIENTOS VEINTISEIS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
P26UUB150	ud	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=600mm	571,27 QUINIENTOS SETENTA Y UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS
P26UUG080	ud	Goma plana D=80 mm.	1,12 UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS
P26UUG100	ud	Goma plana D=100 mm.	1,44 UN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
P26UUG150	ud	Goma plana D=150 mm.	1,78 UN EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
P26UUG200	ud	Goma plana D=200 mm.	2,98 DOS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
P26UUG250	ud	Goma plana D=250 mm.	3,54 TRES EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
P26UUG300	ud	Goma plana D=300 mm.	3,98 TRES EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
P26UUG500	ud	Goma plana D=500 mm.	12,60 DOCE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
P26UUG600	ud	Goma plana D=600 mm.	15,90 QUINCE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS
P26UUL210	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=80mm	18,34 DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
P26UUL220	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=100mm	23,25 VEINTITRES EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
P26UUL240	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=150mm	34,95 TREINTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26UUL250	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=200mm	48,45 CUARENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26UUL260	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=250mm	84,55 OCHENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26UUL310	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=500mm	302,82 TRESCIENTOS DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
P26UUL320	ud	Unión brida-liso fund.dúctil D=600mm	419,19 CUATROCIENTOS DIECINUEVE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS
P26VC028	ud	Vál.compue.c/elást.brida D=250mm	904,08 NOVECIENTOS CUATRO EUROS con OCHO CÉNTIMOS
P26VH213	ud	Vál.hidr.control bomba.fund.brid.10"	1.506,00 MIL QUINIENTOS SEIS EUROS
P26VH214	ud	Vál.hidr.anticip.onda.fund.brid.10"	1.653,00 MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS
P26VM040	ud	Válv.marip.palan.c/elás.D=65 mm	60,70 SESENTA EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
P26VM041	ud	Válv.marip.palan.c/elás.D=80 mm	61,70 SESENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
P26VM042	ud	Válv.marip.palan.c/elás.D=100mm	77,35 SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26VM044	ud	Válv.marip.palan.c/elás.D=150mm	115,09 CIENTO QUINCE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS
P26VM045	ud	Válv.marip.palan.c/elás.D=200mm	157,49 CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
P26VM071	ud	Válv. marip.reduc.c/el s.D=500mm	2.811,95 DOS MIL OCHOCIENTOS ONCE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
P26VM072	ud	Válv. marip.reduc.c/el s.D=600mm	3.409,30 TRES MIL CUATROCIENTOS NUEVE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
P26VV161	ud	Ventosa/purgador autom.D=65 mm.	398,22 TRESCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con VEINTIDÓS CÉNTIMOS



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P26VV162	ud	Ventosa/purgador autom.D=80 mm.	517,70 QUINIENTOS DIECISIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
P26VV163	ud	Ventosa/purgador autom.D=100 mm.	700,50 SETECIENTOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS
P26VV164	ud	Ventosa/purgador autom.D=150 mm.	1.630,13 MIL SEISCIENTOS TREINTA EUROS con TRECE CENTIMOS





## 6.2.- CUADRO DE PRECIOS 1 DE LAS UNIDADES DE OBRA.

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.2.1.- ESTACION DE BOMBEO</b>			
<b>6.2.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA</b>			
111	ud	<b>GRUPO ELECTROBOMBA 220CV</b> Grupo electrobomba formado por bomba de eje vertical con 6 m de longitud total de la columna, valvula de pie, cabezal soporte electrico y motor Siemens o similar , accionada por motor electrico trifásico de 220 C.V. de potencia a 1450 r.p.m. a 400 V. 50 Hz. en forma B-3 y protección IP-55. Totalmente instalada en depósito captación incluida tornillería, grua y elementos auxiliares. Sin descomposición.	19.000,00
		DIECINUEVE MIL EUROS	
U07VAV031	ud	<b>VÁLV.COMPU.E.CIERRE ELAST.D=250mm</b> Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 250 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1.221,05
		MIL DOSCIENTOS VEINTIUN EUROS con CINCO CÉNTIMOS	
U07VAV213	ud	<b>VÁL.HIDR.CONTROL BOMBA.FUND.D=10"</b> Válvula hidráulica de control de bomba, de fundición, con bridas, de 10" de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	1.559,40
		MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
U07VAV214	ud	<b>VÁL.HIDR.ANTICIP. ONDA .FUND.D=10"</b> Válvula hidráulica, anticipadora de onda, de fundición, con bridas, de 10 " de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1.722,72
		MIL SETECIENTOS VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
CM	ud	<b>CARRET.MONTAJE. D=250mm.</b> Carrete de montaje de fundición de 250mm de diámetro, con 4 cm de extensión/acortamiento, para conexión mediante bridas de DN250 PN16, incluso juntas de goma, tornillos zincados y montaje.	360,00
		TRESCIENTOS SESENTA EUROS	
112	ud	<b>MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.	50,52
		CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
U07VAV071	ud	<b>VÁLV.MARIP.REDOC.C/ELÁS.D=500mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 500 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	3.677,34
		TRES MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
U07VAF040	ud	<b>VENTOSA 4" AUTOM. D=100mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	892,65
		OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
117	ud	<b>VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	1.205,88
		MIL DOSCIENTOS CINCO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
113	ud	<b>COLECTOR CHAPA 5mm. DN500 7m</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 500 mm. de diámetro y 7 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo en reducción cónica a 250mm y brida, con 4 salidas horizontales a 45° a brida de 250 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada soportes a suelo abrazaderas pintura portes y montaje todo PN-10 atm.	6.182,80
		SEIS MIL CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
114	ud	<b>CURVA CHAPA 90° 5mm.DN500 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 500 mm de diámetro con los dos extremos acabados en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm	968,43
		NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	
115	ud	<b>CURVA CHAPA 90° 5mm.DN250 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 250 mm de diámetro con un extremo acabado en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm	950,31
		NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	
116	ud	<b>SOPORTE COLECTOR CHAPA DN-500</b> Soportes para colector de chapa DN500 anclado a suelo, incluso tornillería zincada.	187,36
		CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
U07TR230	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm2 y rigidez SN=5 KN/m2, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	99,37
		NOVENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
U07TR030	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm2 y rigidez SN=5 KN/m2, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	100,58
		CIENT EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.2.1.2.- MOV. DE TIERRAS</b>			
U02AZ010	m3	<b>EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO</b> Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.	2,09
		DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	
U02BZ010	m3	<b>RELLENO LOCALIZADO ZANJA</b> Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.	3,91
		TRES EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.2.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO</b>			
21	ud	<b>COLECTOR CHAPA 5MM DN 600 PN10 L=4,4</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 600 mm. de diámetro y 4.4 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo ciego con 4 salidas verticales a brida de 200 mm. de diámetro y una salida vertical a brida de 150 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada pintura portes y montaje todo PN-10 atm.	4.680,21
		CUATRO MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS	
U07VAV072	ud	<b>VÁLV.MARIP.REDOC.C/ELÁS.D=600mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 600 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, incluso dado de anclaje, completamente instalada.	4.697,57
		CUATRO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
U07VAV045	ud	<b>VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=200mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 200 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	325,17
		TRESCIENTOS VEINTICINCO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	
U07VAV044	ud	<b>VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=150mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	239,17
		DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	
U07VAF050	ud	<b>VENTOSA/PURGADOR AUTOM. D=150mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.	1.668,73
		MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	
22	ud	<b>FILTRO MALLA 300 m3/h PN10</b> Filtro de malla automático de PN-10 Atm.- valvulas hidráulicas para su limpieza, presostato diferencial, controlador de limpieza, totalmente instalado, Incluso tornillería, portes montaje y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento en automático. Sin descomposición.	7.500,00
		SIETE MIL QUINIENTOS EUROS	
23	ud	<b>CUELLO CISNE CHAPA 5mm DN600 H=2m.PN10</b> Cuello de cisne de chapa de 5mm de espesor y 600mm de diámetro salvando un desnivel de 2m de longitud con ambos extremos acabados en bridas, incluso bridas, juntas, tornillería zincada pintura, portes y montaje, todo PN10 atm.	3.577,23
		TRES MIL QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
112	ud	<b>MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.	50,52
		CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
24	ud	<b>CONTADOR WOLTMAN 24" PN10</b> Contador Woltman de 24" de diámetro entre bridas de transmisión magnética con presión de trabajo de 10 bar. provisto de totalizador e indicador de paso de agua y con emisor de pulsos incluso instalación.	9.297,81
		NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS	



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
25	ud	<b>DESAGÜE TUBERÍA PRINCIPAL</b> Válvula para desagüe de tubería principal bajante de embalse, compuesta por abrazadera de em- palme para salida brida DN200 PN10, válvula de mariposa DN200 PN10 y codo de 90º de chapa DN200 PN10 de espesor 5m con una brida DN200 PN10. Incluso tornillería y montaje.	510,17
			QUINIENTOS DIEZ EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.2.3.- RED DE RIEGO</b>			
<b>6.2.3.1.- TUBERÍAS</b>			
U07TR035	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=600</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	130,79
		CIENTO TREINTA EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
U07TR235	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=600</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	136,49
		CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
311	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=450</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 450 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	99,37
		NOVENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
U07TR220	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=400</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 400 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	84,33
		OCHENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
312	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=350</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 350 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	73,71
		SETENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
U07TV645	m.	<b>CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=250</b> Tubería de PVC de 250 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	39,07
		TREINTA Y NUEVE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
U07TV640	m.	<b>CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=200</b> Tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	27,70
		VEINTISIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U07TV635	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=180</b> Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	23,56
		VEINTITRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	19,95
U07TV630	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=160</b> Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	19,95
		DIECINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
U07TV625	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=140</b> Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	16,73
		DIECISEIS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	14,07
U07TV620	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=125</b> Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	14,07
		CATORCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	11,96
U07TV615	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=110</b> Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	11,96
		ONCE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	10,60
U07TV610	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=90</b> Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	10,60
		DIEZ EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	59,01
U07TV650	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=315</b> Tubería de PVC de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	59,01
		CINCUENTA Y NUEVE EUROS con UN CÉNTIMO	



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.2.3.2.- MOV.TIERRAS</b>			
U02AZ010	m3	<b>EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO</b> Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.	2,09
		DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	
U02BZ010	m3	<b>RELLENO LOCALIZADO ZANJA</b> Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.	3,91
		TRES EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
<b>6.2.3.3.- VENTOSAS</b>			
117	ud	<b>VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	1.205,88
		MIL DOSCIENTOS CINCO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
332	ud	<b>VENTOSA 3" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 3" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 3" carrete de chapa ø 3" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 3" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	1.042,51
		MIL CUARENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	
333	ud	<b>VENTOSA 2" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 2" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 2" carrete de chapa ø 2" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 2" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	840,09
		OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	
<b>6.2.3.4.- HIDRANTES</b>			
341	ud	<b>HIDRANTES 6"</b> Conjunto hidrante 6" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 6" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 6", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 150 PN10 con BP 6" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 150 con BP 6" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.	5.624,19
		CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	





Jorge Casanova Sanahuja



342	<b>ud HIDRANTES 4"</b> Conjunto hidrante 4" compuesto por: Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 4" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 4", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 100 PN10 con BP 4" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 100 con BP 4" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.	3.743,32
	TRES MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
343	<b>ud HIDRANTES 3"</b> Conjunto hidrante 3" compuesto por: Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 3" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 3", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 80 PN10 con BP 3" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 80 con BP 3" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.	3.308,57
	TRES MIL TRESCIENTOS OCHO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
35	<b>ud CRUCE DE CARRETERA</b> Cruce de carretera para tubería de PRFV de 600 mm. de diámetro en una longitud de 15 m. mediante perforación horizontal tubería de chapa de acero de 6 mm. de espesor y 600 mm. de diámetro y protección con tubería de chapa de acero de 10 mm. de espesor y 800 mm. de diámetro con arquetas de fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor y 2,42 x 3,10 m. de dimensiones interiores cuellos de cisne, ventosas y elementos según plano incluso excavación y tapado de zanja. Sin descomposición.	11.000,00
	ONCE MIL EUROS	
36	<b>ud CRUCE DE ACEQUIA</b> Cruce de arroyo para tubería de PRFV 600mm. con tubería de protección de chapa de acero de 10 mm. de espesor de 800 mm. de diámetro, con doble cuello de cisne, arquetas de pared de ladrillo de hormigón prefabricado y elementos según plano para un desarrollo de 8 m. Sin descomposición.	6.000,00
	SEIS MIL EUROS	
37	<b>ud CRUCE DE CAMINO AGRICOLA</b> Paso de camino agrícola para tubería de PVC DN250, con tubería de protección de chapa de 10mm,DN300 y L=4m. Zanja de 2m. de profundidad y 0,8m de anchura con lecho de 0,2m de hormigón y relleno de hormigón hasta 0,2m por encima del tubo de chapa. Resto de relleno de material granular y reparación del firme. Sin descomposición.	2.700,00
	DOS MIL SETECIENTOS EUROS	



## 6.3.- CUADRO DE PRECIOS 2 DE LAS UNIDADES DE OBRA.

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.3.1.- ESTACION DE BOMBEO</b>			
<b>6.3.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA</b>			
111	ud	<b>GRUPO ELECTROBOMBA 220CV</b> Grupo electrobomba formado por bomba de eje vertical con 6 m de longitud total de la columna, valvula de pie, cabezal soporte electrico y motor Siemens o similar , accionada por motor electrico trifásico de 220 C.V. de potencia a 1450 r.p.m. a 400 V. 50 Hz. en forma B-3 y protección IP-55. Totalmente instalada en depósito captación incluida tornillería, grua y elementos auxiliares. Sin descomposición.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>19.000,00</b>
U07VAV031	ud	<b>VÁLV.COMPUE.CIERRE ELAST.D=250mm</b> Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 250 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	43,23
		Maquinaria.....	47,60
		Resto de obra y materiales.....	1.130,22
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.221,05</b>
U07VAV213	ud	<b>VÁL.HIDR.CONTROL BOMBA.FUND.D=10"</b> Válvula hidráulica de control de bomba, de fundición, con bridas, de 10" de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	46,32
		Resto de obra y materiales.....	1.513,08
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.559,40</b>
U07VAV214	ud	<b>VÁL.HIDR.ANTICIP. ONDA .FUND.D=10"</b> Válvula hidráulica, anticipadora de onda, de fundición, con bridas, de 10 " de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	61,76
		Resto de obra y materiales.....	1.660,96
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.722,72</b>
CM	ud	<b>CARRET.MONTAJE. D=250mm.</b> Carrete de montaje de fundición de 250mm de diámetro, con 4 cm de extensión/acortamiento, para conexión mediante bridas de DN250 PN16, incluso juntas de goma, tornillos zincados y montaje.	
		Mano de obra.....	9,21
		Resto de obra y materiales.....	350,79
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>360,00</b>
112	ud	<b>MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.	
		Mano de obra.....	3,68
		Resto de obra y materiales.....	46,84
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>50,52</b>
U07VAV071	ud	<b>VÁLV.MARIP.REDUC.C/ELÁS.D=500mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 500 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	111,17
		Resto de obra y materiales.....	3.566,17
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3.677,34</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U07VAF040	ud	<b>VENTOSA 4" AUTOM. D=100mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	46,32
		Resto de obra y materiales.....	846,33
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>892,65</b>
117	ud	<b>VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	
		Mano de obra.....	65,97
		Maquinaria .....	18,09
		Resto de obra y materiales.....	1.121,82
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.205,88</b>
113	ud	<b>COLECTOR CHAPA 5mm. DN500 7ml</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 500 mm. de diámetro y 7 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo en reducción cónica a 250mm y brida, con 4 salidas horizontales a 45° a brida de 250 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada soportes a suelo abrazaderas pintura portes y montaje todo PN-10 atm.	
		Mano de obra.....	154,40
		Maquinaria .....	37,40
		Resto de obra y materiales.....	5.991,00
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>6.182,80</b>
114	ud	<b>CURVA CHAPA 90° 5mm.DN500 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 500 mm de diámetro con los dos extremos acabados en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm	
		Mano de obra.....	43,23
		Resto de obra y materiales.....	925,20
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>968,43</b>
115	ud	<b>CURVA CHAPA 90° 5mm.DN250 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 250 mm de diámetro con un externo acabado en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm	
		Mano de obra.....	43,23
		Resto de obra y materiales.....	907,08
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>950,31</b>
116	ud	<b>SOPORTE COLECTOR CHAPA DN-500</b> Soportes para colector de chapa DN500 anclado a suelo, incluso tornillería zincada.	
		Mano de obra.....	59,36
		Resto de obra y materiales.....	128,00
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>187,36</b>
U07TR230	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm2 y rigidez SN=5 KN/m2, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	6,59
		Maquinaria .....	2,70
		Resto de obra y materiales.....	90,08



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>99,37</b>
U07TR030	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	6,59
		Maquinaria.....	2,70
		Resto de obra y materiales.....	91,29
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>100,58</b>
<b>6.3.1.2.- MOV. DE TIERRAS</b>			
U02AZ010	m3	<b>EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO</b> Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.	
		Mano de obra.....	0,15
		Maquinaria.....	1,94
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,09</b>
U02BZ010	m3	<b>RELLENO LOCALIZADO ZANJA</b> Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.	
		Mano de obra.....	1,06
		Maquinaria.....	2,85
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>3,91</b>



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.3.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO</b>			
21	ud	<b>COLECTOR CHAPA 5MM DN 600 PN10 L=4,4</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 600 mm. de diámetro y 4.4 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo ciego con 4 salidas verticales a brida de 200 mm. de diámetro y una salida vertical a brida de 150 m. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada pintura portes y montaje todo PN-10 atm.	
		Mano de obra.....	154,40
		Maquinaria.....	37,40
		Resto de obra y materiales.....	4.488,41
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>4.680,21</b>
U07VAV072	ud	<b>VÁLV.MARIP.REDOC.C/ELÁS.D=600mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 600 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, incluso dado de anclaje, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	126,61
		Maquinaria.....	139,40
		Resto de obra y materiales.....	4.431,56
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>4.697,57</b>
U07VAV045	ud	<b>VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=200mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 200 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	29,33
		Resto de obra y materiales.....	295,84
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>325,17</b>
U07VAV044	ud	<b>VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=150mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	24,71
		Resto de obra y materiales.....	214,46
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>239,17</b>
U07VAF050	ud	<b>VENTOSA/PURGADOR AUTOM. D=150mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.	
		Mano de obra.....	38,60
		Resto de obra y materiales.....	1.630,13
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.668,73</b>
22	ud	<b>FILTRO MALLA 300 m3/h PN10</b> Filtro de malla automático de PN-10 Atm.- valvulas hidráulicas para su limpieza, presostato diferencial, controlador de limpieza, totalmente instalado, Incluso tornillería, portes montaje y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento en automático. Sin descomposición.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>7.500,00</b>
23	ud	<b>CUELLO CISNE CHAPA 5mm DN600 H=2m.PN10</b> Cuello de cisne de chapa de 5mm de espesor y 600mm de diámetro salvando un desnivel de 2m de longitud con ambos extremos acabados en bridas, incluso bridas, juntas, tornillería zincada pintura, portes y montaje, todo PN10 atm.	
		Mano de obra.....	43,23
		Maquinaria.....	34,00
		Resto de obra y materiales.....	3.500,00
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3.577,23</b>
112	ud	<b>MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.	
		Mano de obra.....	3,68



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
		Resto de obra y materiales.....	46,84
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>50,52</b>
24	ud	<b>CONTADOR WOLTMAN 24" PN10</b> Contador Woltman de 24" de diámetro entre bridas de transmisión magnética con presión de trabajo de 10 bar. provisto de totalizador e indicador de paso de agua y con emisor de pulsos incluso instalación.	
		Mano de obra.....	126,61
		Maquinaria .....	139,40
		Resto de obra y materiales.....	9.031,80
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>9.297,81</b>
25	ud	<b>DESAGÜE TUBERÍA PRINCIPAL</b> Válvula para desagüe de tubería principal bajante de embalse, compuesta por abrazadera de empalme para salida brida DN200 PN10, válvula de mariposa DN200 PN10 y codo de 90° de chapa DN200 PN10 de espesor 5m con una brida DN200 PN10. Incluso bridas, juntas, tornillería zincada y montaje, todo PN10 atm.	
		Mano de obra.....	29,33
		Resto de obra y materiales.....	480,84
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>510,17</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.3.3.- RED DE RIEGO</b>			
<b>6.3.3.1.- TUBERÍAS</b>			
U07TR035	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=600</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	7,91
		Maquinaria.....	3,60
		Resto de obra y materiales.....	119,28
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>130,79</b>
U07TR235	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=600</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	7,91
		Maquinaria.....	3,60
		Resto de obra y materiales.....	124,98
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>136,49</b>
311	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=450</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 450 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	6,59
		Maquinaria.....	2,70
		Resto de obra y materiales.....	90,08
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>99,37</b>
U07TR220	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=400</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 400 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	5,27
		Maquinaria.....	1,72
		Resto de obra y materiales.....	77,34
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>84,33</b>
312	m.	<b>COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=350</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 350 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	4,38
		Maquinaria.....	1,72
		Resto de obra y materiales.....	67,61
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>73,71</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U07TV645	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=250</b> Tubería de PVC de 250 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	4,49
		Resto de obra y materiales.....	34,58
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>39,07</b>
U07TV640	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=200</b> Tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	4,33
		Resto de obra y materiales.....	23,37
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>27,70</b>
U07TV635	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=180</b> Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	4,02
		Resto de obra y materiales.....	19,54
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>23,56</b>
U07TV630	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=160</b> Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	3,73
		Resto de obra y materiales.....	16,22
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>19,95</b>
U07TV625	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=140</b> Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	3,57
		Resto de obra y materiales.....	13,16
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>16,73</b>
U07TV620	m.	<b>CONduc.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=125</b> Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	3,27
		Resto de obra y materiales.....	10,80
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>14,07</b>





Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U07TV615	m.	<b>CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=110</b> Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	3,05
		Resto de obra y materiales.....	8,91
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>11,96</b>
U07TV610	m.	<b>CONDOC.PVC JUNT.ELÁST.PN 10 D=90</b> Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	2,97
		Resto de obra y materiales.....	7,63
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>10,60</b>
U07TV650	m.	<b>CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=315</b> Tubería de PVC de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	
		Mano de obra.....	5,08
		Maquinaria.....	0,86
		Resto de obra y materiales.....	53,07
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>59,01</b>
<b>6.3.3.2.- MOV.TIERRAS</b>			
U02AZ010	m3	<b>EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO</b> Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.	
		Mano de obra.....	0,15
		Maquinaria.....	1,94
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2,09</b>
U02BZ010	m3	<b>RELLENO LOCALIZADO ZANJA</b> Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.	
		Mano de obra.....	1,06
		Maquinaria.....	2,85
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,91</b>



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>6.3.3.3.- VENTOSAS</b>			
117	ud	<b>VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	
		Mano de obra.....	65,97
		Maquinaria .....	18,09
		Resto de obra y materiales.....	1.121,82
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.205,88</b>
332	ud	<b>VENTOSA 3" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 3" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 3" carrete de chapa ø 3" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 3" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	
		Mano de obra.....	87,59
		Maquinaria .....	45,29
		Resto de obra y materiales.....	909,63
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.042,51</b>
333	ud	<b>VENTOSA 2" TRIF. COLOCADA EN RED</b> Ventosa de 2" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 2" carrete de chapa ø 2" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 2" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.	
		Mano de obra.....	87,59
		Maquinaria .....	18,09
		Resto de obra y materiales.....	734,41
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>840,09</b>
<b>6.3.3.4.- HIDRANTES</b>			
341	ud	<b>HIDRANTES 6"</b> Conjunto hidrante 6" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 6" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 6", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 150 PN10 con BP 6" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 150 con BP 6" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.	
		Mano de obra.....	232,21
		Maquinaria .....	90,00
		Resto de obra y materiales.....	5.301,98
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>5.624,19</b>
342	ud	<b>HIDRANTES 4"</b> Conjunto hidrante 4" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 4" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 4", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 100 PN10 con BP 4" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 100 con BP 4" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.	



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
		Mano de obra.....	213,67
		Maquinaria.....	90,00
		Resto de obra y materiales.....	3.439,65
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3.743,32</b>
343	ud	<b>HIDRANTES 3"</b> Conjunto hidrante 3" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 3" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 3", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 80 PN10 con BP 3" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 80 con BP 3" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.	
		Mano de obra.....	207,49
		Maquinaria.....	90,00
		Resto de obra y materiales.....	3.011,08
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3.308,57</b>
35	ud	<b>CRUCE DE CARRETERA</b> Cruce de carretera para tubería de PRFV de 600 mm. de diámetro en una longitud de 15 m. mediante perforación horizontal tubería de chapa de acero de 6 mm. de espesor y 600 mm. de diámetro y protección con tubería de chapa de acero de 10 mm. de espesor y 800 mm. de diámetro con arquetas de fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor y 2,42 x 3,10 m. de dimensiones interiores cuellos de cisne, ventosas y elementos según plano incluso excavación y tapado de zanja. Sin descomposición.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>11.000,00</b>
36	ud	<b>CRUCE DE ACEQUIA</b> Cruce de arroyo para tubería de PRFV 600mm. con tubería de protección de chapa de acero de 10 mm. de espesor de 800 mm. de diametro, con doble cuello de cisne, arquetas de pared de ladrillo de hormigón prefabricado y elementos según plano para un desarrollo de 8 m. Sin descomposición.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>6.000,00</b>
37	ud	<b>CRUCE DE CAMINO AGRICOLA</b> Paso de camino agrícola para tubería de PVC dDN250, con tubería de protección de chapa de 10mm,DN300 y L=4m. Zanja de 2m. de profundidad y 0,8m de anchura con lecho de 0,2m de hormigón y relleno de hormigón hasta 0,2m por encima del tubo de chapa. Resto de relleno de material granular y reparación del firme. Sin descomposición.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2.700,00</b>



## 6.4.- PRESUPUESTO.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>6.4.1.- ESTACION DE BOMBEO</b>									
<b>6.4.1.1.- TUBERIAS Y VALVULERIA</b>									
111	ud GRUPO ELECTROBOMBA 220CV								
	Grupo electrobomba formado por bomba de eje vertical con 6 m de longitud total de la columna, válvula de pie, cabezal soporte eléctrico y motor Siemens o similar, accionada por motor eléctrico trifásico de 220 C.V. de potencia a 1450 r.p.m. a 400 V. 50 Hz. en forma B-3 y protección IP-55. Totalmente instalada en depósito captación incluida tornillería, grua y elementos auxiliares. Sin descomposición.						4,00	19.000,00	76.000,00
U07VAV031	ud VÁLV.COMPUE.CIERRE ELAST.D=250mm						4,00	1.221,05	4.884,20
	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 250 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						4,00	1.559,40	6.237,60
U07VAV213	ud VÁL.HIDR.CONTROL BOMBA.FUND.D=10"						4,00	1.722,72	1.722,72
	Válvula hidráulica de control de bomba, de fundición, con bridas, de 10" de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						4,00	1.559,40	6.237,60
U07VAV214	ud VÁL.HIDR.ANTICIP. ONDA .FUND.D=10"						1,00	1.722,72	1.722,72
	Válvula hidráulica, anticipadora de onda, de fundición, con bridas, de 10 " de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00	1.722,72	1.722,72
CM	ud CARRET.MONTAJE. D=250mm.						4,00	360,00	1.440,00
	Carrete de montaje de fundición de 250mm de diámetro, con 4 cm de extensión/acortamiento, para conexión mediante bridas de DN250 PN16, incluso juntas de goma, tornillos zincados y montaje.						4,00	360,00	1.440,00
112	ud MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM						1,00	50,52	50,52
	Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.						1,00	50,52	50,52
U07VAV071	ud VÁLV.MARIP.REDOC.C/ELÁS.D=500mm						1,00	3.677,34	3.677,34
	Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 500 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00	3.677,34	3.677,34
U07VAF040	ud VENTOSA 4" AUTOM. D=100mm						1,00	892,65	892,65
	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 100 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						1,00	892,65	892,65
117	ud VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED						2,00	1.205,88	2.411,76
	Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.						2,00	1.205,88	2.411,76
113	ud COLECTOR CHAPA 5mm. DN500 7ml						1,00	6.182,80	6.182,80
	Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 500 mm. de diámetro y 7 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo en reducción cónica a 250mm y brida, con 4 salidas horizontales a 45° a brida de 250 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada soportes a suelo abrazaderas pintura portes y montaje todo PN-10 atm.						1,00	6.182,80	6.182,80



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
114	<b>ud CURVA CHAPA 90° 5mm.DN500 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 500 mm de diámetro con los dos extremos acabados en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm						1,00	968,43	968,43
115	<b>ud CURVA CHAPA 90° 5mm.DN250 PN10</b> Curva de chapa a 90°, de 5 mm. de espesor y 250 mm de diámetro con un extremo acabado en brida, incluso bridas, juntas, tornillería zincada, pintura, portes y montaje, todo a PN-10 Atm						1,00	950,31	950,31
116	<b>ud SOPORTE COLECTOR CHAPA DN-500</b> Soportes para colector de chapa DN500 anclado a suelo, incluso tornillería zincada.						4,00	187,36	749,44
U07TR230	<b>m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						60,00	99,37	5.962,20
U07TR030	<b>m. COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=500</b> Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigón HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						250,00	100,58	25.145,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 6.4.1.1. TUBERIAS Y VALVULERIA.</b>									<b>137.274,97</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b>6.4.1.2.- MOV. DE TIERRAS</b>								
U02AZ010	m3 EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO								
	Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.								
	EXC.ZANJA	310	1,00	1,03	1,43	456,60	456,60	2,09	954,29
U02BZ010	m3 RELLENO LOCALIZADO ZANJA								
	Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.								
							456,60	3,91	1.785,31
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 6.4.1.2. MOV. DE TIERRAS .....</b>								<b>2.739,60</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 6.4.1 ESTACION DE BOMBEO .....</b>								<b>140.014,57</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>6.4.2.- ESTACIÓN DE FILTRADO</b>									
21	<b>ud COLECTOR CHAPA 5MM DN 600 PN10 L=4,4</b> Colector de chapa de 5 mm. de espesor de 600 mm. de diámetro y 4.4 m. de longitud con un extremo acabado en brida y el otro extremo ciego con 4 salidas verticales a brida de 200 mm. de diámetro una salida vertical a brida de 150 mm. de diámetro incluso bridas juntas tornillería zincada pintura portes y montaje todo PN-10 atm.						1,00	4.680,21	4.680,21
U07VAV072	<b>ud VÁLV.MARIP.REDOC.C/ELÁS.D=600mm</b> Válvula de mariposa de fundición, de accionamiento por mecanismo reductor, de 600 mm. de diámetro interior, c/elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, incluso dado de anclaje, completamente instalada.						1,00	4.697,57	4.697,57
U07VAV045	<b>ud VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=200mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 200 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						8,00	325,17	2.601,36
U07VAV044	<b>ud VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=150mm</b> Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.						2,00	239,17	478,34
U07VAF050	<b>ud VENTOSA/PURGADOR AUTOM. D=150mm</b> Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.						2,00	1.668,73	3.337,46
22	<b>ud FILTRO MALLA 300 m3/h PN10</b> Filtro de malla automático de PN-10 Atm.- valvulas hidráulicas para su limpieza, presostato diferencial, controlador de limpieza, totalmente instalado, Incluso tornillería, portes montaje y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento en automático. Sin descomposición.						4,00	7.500,00	30.000,00
23	<b>ud CUELLO CISNE CHAPA 5mm DN600 H=2m.PN10</b> Cuello de cisne de chapa de 5mm de espesor y 600mm de diámetro salvando un desnivel de 2m de longitud con ambos extremos acabados en bridas, incluso bridas, juntas, tornillería zincada pintura, portes y montaje, todo PN10 atm.						1,00	3.577,23	3.577,23
112	<b>ud MANOMETRO GLICERINA 0-10 BAR 1/4"RM</b> Manómetro de glicerina de 0 a 10 Kg/cm2 con toma 1/4" RM. instalado.						2,00	50,52	101,04
24	<b>ud CONTADOR WOLTMAN 24" PN10</b> Contador Woltman de 24" de diámetro entre bridas de transmisión magnética con presión de trabajo de 10 bar. provisto de totalizador e indicador de paso de agua y con emisor de pulsos incluso instalación.						1,00	9.297,81	9.297,81
25	<b>ud DESAGÜE TUBERÍA PRINCIPAL</b> Válvula para desagüe de tubería principal bajante de embalse, compuesta por abrazadera de empalme para salida brida DN200 PN10, válvula de mariposa DN200 PN10 y codo de 90° de chapa DN200 PN10 de espesor 5m con una brida DN200 PN10. Incluso bridas, juntas, tornillería zincada y montaje, todo PN10 atm.						1,00	510,17	510,17
<b>TOTAL CAPÍTULO 6.4.2 ESTACIÓN DE FILTRADO .....</b>									<b>59.281,19</b>



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>6.4.3.- RED DE RIEGO</b>									
<b>6.4.3.1.- TUBERÍAS</b>									
U07TR035	m. COND.POLIÉSTER PN6 SN5 D=600 Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						250,00	130,79	32.697,50
U07TR235	m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=600 Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 600 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.200,00	136,49	163.788,00
311	m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=450 Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 450 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						220,00	99,37	21.861,40
U07TR220	m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=400 Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 400 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						740,00	84,33	62.404,20
312	m. COND.POLIÉSTER PN10 SN5 D=350 Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 350 mm de diámetro nominal, presión nominal de 10 kg/cm <sup>2</sup> y rigidez SN=5 KN/m <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						950,00	73,71	70.024,50
U07TV645	m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=250 Tubería de PVC de 250 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						2.490,00	39,07	97.284,30
U07TV640	m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=200 Tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares, i/p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.220,00	27,70	33.794,00





Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U07TV635	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=180</b> Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.020,00	23,56	24.031,20
U07TV630	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=160</b> Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						407,00	19,95	8.119,65
U07TV625	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=140</b> Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.227,00	16,73	20.527,71
U07TV620	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=125</b> Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1.857,00	14,07	26.127,99
U07TV615	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=110</b> Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						815,00	11,96	9.747,40
U07TV610	<b>m. CONDOC.PVC JUNT.ELÁST.PN 10 D=90</b> Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						515,00	10,60	5.459,00
U07TV650	<b>m. CONDOC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=315</b> Tubería de PVC de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, c/p.p. de medios auxiliares,i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						2.095,00	59,01	123.625,95
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 6.4.3.1. TUBERÍAS .....</b>									<b>699.492,80</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>6.4.3.2.- MOV.TIERRAS</b>									
U02AZ010	m3 EXCAVACIÓN ZANJA TERRENO FLOJO								
	Excavación en zanja en terreno de consistencia media-floja, con retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de agotamiento y costes indirectos.								
	ZANJA TUBO DN600	1350	1,00	1,10	1,50	2.227,50			
	ZANJA TUBO DN450	220	1,00	0,95	1,35	282,15			
	ZANJA TUBO DN400	740	1,00	0,90	1,30	865,80			
	ZANJA TUBO DN350	950	1,00	0,85	1,25	1.009,38			
	ZANJA TUBO DN315	2095	1,00	0,82	1,22	2.095,84			
	ZANJA TUBO DN250	2490	1,00	0,75	1,15	2.147,63			
	ZANJA TUBO DN200	1220	1,00	0,70	1,10	939,40			
	ZANJA TUBO DN180	1020	1,00	0,68	1,10	762,96			
	ZANJA TUBO DN<180	4821	1,00	0,68	1,10	3.606,11			
							13.936,77	2,09	29.127,85
U02BZ010	m3 RELLENO LOCALIZADO ZANJA								
	Relleno localizado con material seleccionado procedente de la excavación en zanjas, pozos, en cualquier anchura y profundidad, compactado en tongadas de 30cm. máximo, al 95% del Proctor Normal con medios mecánicos, incluso refino y compactación.								
							13.936,00	3,91	54.489,76
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 32 MOV.TIERRAS .....</b>									<b>83.617,61</b>
<b>6.4.3.3.- VENTOSAS</b>									
117	ud VENTOSA 4" TRIF. COLOCADA EN RED								
	Ventosa de 4" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubo con salida a brida ø 4" carrete de chapa ø 4" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 4" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.								
							1,00	1.205,88	1.205,88
332	ud VENTOSA 3" TRIF. COLOCADA EN RED								
	Ventosa de 3" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 3" carrete de chapa ø 3" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 3" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.								
							4,00	1.042,51	4.170,04
333	ud VENTOSA 2" TRIF. COLOCADA EN RED								
	Ventosa de 2" de diámetro colocada en la red de distribución de riego formada por collarín de diámetro según tubería con salida a brida ø 2" carrete de chapa ø 2" de 1'50 m. de longitud ventosa de doble propósito y válvula de mariposa de 2" de diámetro incluso tubo de protección de 1 m. de diámetro excavación y tapado de zanja conexiones a Poliéster juntas tornillería zincada pintura portes y montaje.								
							2,00	840,09	1.680,18
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 6.4.3.3. VENTOSAS.....</b>									<b>7.056,10</b>



Jorge Casanova Sanahuja



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>6.4.3.4.- HIDRANTES</b>									
341	ud HIDRANTES 6"								
	Conjunto hidrante 6" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 6" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 6", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 150 PN10 con BP 6" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 150 con BP 6" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.						34,00	5.624,19	191.222,46
342	ud HIDRANTES 4"								
	Conjunto hidrante 4" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 4" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 4", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 100 PN10 con BP 4" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 100 con BP 4" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.						19,00	3.743,32	71.123,08
343	ud HIDRANTES 3"								
	Conjunto hidrante 3" compuesto por:Marco prefabricado de hormigón de dimensiones int. 2,20x1,5x1,2 para alojamiento de elementos con tapa de chapa galvanizada, válvula contador/reg.presión/limit.caudal de 3" de diámetro, dos válvulas de mariposa de 3", ventosa trifuncional 2", manómetro de presión de glicerina, carrete de chapa de 2mm. desmontable DN 80 PN10 con BP 3" en extremos y roscas para montaje ventosa y manómetro, cuello de cisne DN 80 con BP 3" en extremos y H=1,4m. para empalme con tubería de abastecimiento enterrada. Incluido todo tipo de tornillería, elementos de empalme con tubos, totalmente montado y funcionando.						7,00	3.308,57	23.159,99
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 6.4.3.4 HIDRANTES .....</b>									<b>285.505,53</b>
31	ud TUBERÍAS								
	Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio rigidez SN=5 KN/m2, o PVC, presión nominal de 10 kg/cm2 , colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta de unión colocada y medios auxiliares, i./p.p. de bloques de empuje de hormigon HM-150, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.						1,00	699.492,80	699.492,80
32	ud MOV.TIERRAS								
							1,00	83.617,61	83.617,61
33	ud VENTOSAS								
							1,00	7.056,10	7.056,10
34	ud HIDRANTES								
							1,00	285.505,53	285.505,53
35	ud CRUCE DE CARRETERA								
	Cruce de carretera para tubería de PRFV de 600 mm. de diámetro en una longitud de 15 m. mediante perforación horizontal tubería de chapa de acero de 6 mm. de espesor y 600 mm. de diámetro y protección con tubería de chapa de acero de 10 mm. de espesor y 800 mm. de diámetro con arquetas de fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor y 2,42 x 3,10 m. de dimensiones interiores cuellos de cisne, ventosas y elementos según plano incluso excavación y tapado de zanja. Sin descomposición.						1,00	11.000,00	11.000,00
36	ud CRUCE DE ACEQUIA								
	Cruce de arroyo para tubería de PRFV 600mm. con tubería de protección de chapa de acero de 10 mm. de espesor de 800 mm. de diametro, con doble cuello de cisne, arquetas de pared de ladrillo de hormigón prefabricado y elementos según plano para un desarrollo de 8 m. Sin descomposición.						1,00	6.000,00	6.000,00



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
37	<b>ud CRUCE DE CAMINO AGRICOLA</b> Paso de camino agrícola para tubería de PVC dDN250, con tubería de protección de chapa de 10mm, DN300 y L=4m. Zanja de 2m. de profundidad y 0,8m de anchura con lecho de 0,2m de hormigón y relleno de hormigón hasta 0,2m por encima del tubo de chapa. Resto de relleno de material granular y reparación del firme. Sin descomposición.								
							1,00	2.700,00	2.700,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 6.4.3. RED DE RIEGO .....</b>								<b>1.095.372,04</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>1.294.667,80</b>



Jorge Casanova Sanahuja

**6.5.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO.**

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	ESTACION DE BOMBEO .....	140.014,57	10,81
2	ESTACIÓN DE FILTRADO .....	59.281,19	4,58
3	RED DE RIEGO.....	1.095.372,04	84,61
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1.294.667,80	
	13,00 % Gastos generales.....	168.306,81	
	6,00 % Beneficio industrial .....	77.680,07	
	SUMA DE G.G. y B.I.	245.986,88	
	16,00 % I.V.A.....	246.504,75	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	1.787.159,43	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	1.787.159,43	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CIENTO CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

, a 23 de Febrero de 2007.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA